

Diff. 2024 (22.)

Ueber

**Wiedererzeugung
neuer Knochensubstanz,**

nach

Wunden, Brüchen, Beinfraß und Brand
an den Knochen.

Inaugural - Abhandlung

von

ANDREAS ELLER,

Doctor der Medicin, Chirurgie und Geburtshülfe.

W ü r z b u r g.

Gedruckt bei C. W. BECKERS, Universit.-Buchdruckers, Wittwe.

1 8 3 2.

Bayerl
Staatsbib
München

Seiner Wohlgeboren

dem königl. bayrisch. Herrn Landgerichts-Physikus und
Mitgliede der bayrisch. Ständeversammlung

Doctor Grappmann

in Lichtenfels,

widmet

diesen seinen ersten literarischen Versuch

mit größter Hochachtung

der Verfasser.

Antiquarische Bibliothek

dem Königl. bayerisch-königl. Landesherrn
Majestät der bayerisch-königl. Regierung

Doctor **Erasmus**

in Erlangen

1741

desen seinen ersten Unterricht

mit größter Beobachtung

der Natur

EINLEITUNG.

Man bezeichnet die heilkräftige Wirkung der Natur, welche an der Stelle getrennter organischer Gewebe oder Theile zur Wiedervereinigung, oder bei Zerstörung von solchen mit größerem oder geringerem Substanz-Verlust, zum Ersatze derselben, eine organische Masse hervorbringt, Wiedererzeugungskraft.

Für die Wiedererzeugungskraft gilt das Gesetz, nur organische Theile von einfacherem Gewebe werden nach Trennung mit mehr oder weniger Substanz-Verlust durch ein neues, homogenes Gewebe wieder ersetzt. Die neuerzeugte Masse für zusammengesetztere organische Gewebe erreicht nur zum Theile die Natur von diesen. Beispiele von Wiedererzeugung mehr zusammengesetzter, organischer Theile sind selten. White *) über die Wiedererzeugung animalischer Substanz, in den Memoiren der gelehrten Gesellschaft von Manchester, erzählt einen solchen seltenen Fall, in welchem ein überzähliger Daumen, der zweimal bei einem dreijährigen Kinde aus dem Gelenke hinweggenommen wurde, und sich zweimal mit dem Nagel wieder erzeugte.

*) White on the regeneration of animal substances. Mem. of the soc. of Manchester. Vol. I. pag. 338.

So wie alle organische Theile, und selbst neue thierische Wesen ursprünglich nur aus Flüssigem entstehen, so entsteht auch alle neu erzeugte organische Substanz zum Ersatze für verlorengegangene nur aus Flüssigem. In flüssigem Zustande werden aus dem Blute Gallert, Faserstoff oder gerinnbare plastische Lymphe abgesetzt. Diese flüssigen Elemente erstarren, organisiren sich, sind anfangs entweder mehr gestaltlos, oder nehmen zuerst die Elementarform vom Zellgewebe an, welches sich allmählig mehr oder weniger der Beschaffenheit des zu ersetzenden Theiles annähert.

In den meisten organischen Gebilden ist diese Annäherung sehr unvollkommen, und die Wiederzeugungsfähigkeit einer homogenen Substanz an der Stelle der Trennung, oder des Substanzverlustes sehr gering. Durch Eiterung oder Verwundung verloren gegangene Substanz von Drüsen, als mehr zusammengesetzten Gebilden, wird nie durch homogene Substanz ersetzt. An der Vereinigungsstelle oder in der Lücke, die durch Substanzverlust, durch Eiterung entstand, erzeugt sich nur Zellgewebe, welches bald lockere, bald festere, selbst faserartige Beschaffenheit annimmt, und weniger Blutgefäße erhält, als die blutreichen Drüsen, so z. B. in Lungen- und Lebernarben. Bei Hirnwunden mit Substanzverlust bildet sich eine gallertige, gelbröthliche Substanz, die allmählig die Consistenz eines lockeren, weichen, blutreichen Zellstoffes annimmt, in welcher sich aber nie eine Markfaserung nachweisen läßt, wie in allen anderen Theilen des Hirns. Nur durch Ablagerung einer äußerst geringen Quantität Eiweißstoffes aus dem Blute in die Interstitien dieser Substanz, läßt sich vielleicht das mit der Hirnsubstanz etwas ähnliche Verhalten derselben zur Salpetersäure erklären.

Die Vereinigung getrennter Nerven geschieht nur durch Zellgewebe, das in seinem äußeren Umfange eine

festere mehr faserige Beschaffenheit annimmt, und dadurch sich der Beschaffenheit des Neurilems etwas annähert. Nie zeigt sich in demselben das eigentliche Gewebe von Nervenfasern oder Nervenmark, und das ähnliche Verhalten zur Salpetersäure ist vielleicht wie oben beim Gehirne zu erklären. Dafs durch eine vereinigte Zwischensubstanz, ohne Nervenmark die Leitungsfähigkeit des Nerven nicht unterbrochen wird, erklärt sich aus der Eigenschaft der Nerven, dafs ihre Empfindung und leitungsfähige Wirksamkeit weit über ihr materielles Daseyn hinauswirkt, und so auch leicht die vereinigende neue Substanz durchdringt, und in den Nerventheil unterhalb der Vereinigungsstelle sich fortsetzt.

Sehr unvollkommen ist die Wiedererzeugungsfähigkeit des Muskelgewebes. Leicht vereinigt sich wohl durch Verwundung getrennte Muskelsubstanz, bei frühzeitig genug hergestellten Contacte der Wundflächen, durch den bekannten Hergang der adhäsiven Entzündung. Diese Wiedervereinigungsfähigkeit gibt der Bildung von Lappen bei Amputationen einen grossen Vorzug vor dem Zirkelschnitte. Allein selbst in bestens wieder vereinigten Lappen verliert ein Theil der Muskelsubstanz sein natürliches Gewebe, verändert sich in einen dichten Zellstoff. An Stellen, wo Muskeln durch Eiterung oder Verwundung Substanzverlust erlitten haben, bildet sich nie neue Muskelsubstanz, sondern nur dichtes, festes Zellgewebe.

Zur Anfüllung von Lücken und zur Verschmelzung wird aus dem Blute eine röthliche, gallertige Flüssigkeit ausgeschieden, die sich zu gefäfsreichen Fleischwärzchen gestaltet, die allmählig zusammenfliessen, und gleichförmiges, weisses, gefäfsreiches Zellgewebe bilden, in welchem sich keine dem angränzenden Muskelgewebe entsprechende Faserung zeigt.

Die Wiedervereinigung, die Vernarbung an Häuten, an der äußeren Haut, an Schleim- an Faserhäuten geschieht im Allgemeinen durch Bildung von Zellgewebe, was sich mehr oder weniger, nie aber vollkommen der Natur dieser Häute annähert. Bei Vernarbung der äußeren Haut nach Substanzverlust besteht die Narbe aus dichtem, festem Zellstoffe, und die einzelnen Hautschichten lassen sich darin nicht mehr, wie in der benachbarten natürlichen Haut, unterscheiden. Die Oberhaut der Narbe ist dünner, das Malpighische Schleimnetz ist verändert, verliert seine Farbe, ein maschenförmiges gestricktes Lederhautgewebe ist daran nicht zu erkennen.

Sehnen- und Knorpelgewebe regeneriret sich nie vollkommen. Als vereinigendes Gewebe nach Trennung, oder zum Ersatze für Substanzverlust entsteht ein dichter Zellstoff, wie an Muskeln, dessen Festigkeit, Elasticität von der faserigen Textur der Sehne sehr verschieden ist. Selbst die neuerzeugten Kapselbänder bei Bildung neuer widernatürlicher Gelenke, nach Luxationen und Knochenbrüchen, sind von den natürlichen Kapselbändern sehr verschieden. Wenn auch gleich ihre innere Oberfläche Synovialhäuten sehr ähnlich ist, so befindet sich doch an ihrem äußeren Umfange mehr ungleichförmiges umgestaltetes Zellgewebe, das wohl einzelne Faserbündel von der benachbarten Beinhaut her als Fortwachsen derselben zeigt, die als Continuität von dieser zu betrachten sind, aber solche Kapseln nicht als gleichförmiges sehnigtes Gewebe, wie an den natürlichen Kapselbändern, nach ihrem ganzen Umfange, umgibt.

Selbst an den Knorpeln bleibt die regenerirte Masse in ihrer Textur vom angränzenden Knorpelgewebe sehr verschieden. Die Wiedervereinigung getrennter Knorpel geschieht schwer und langsam. Bei Verwundung und Affektion durch reizende Mittel zeigt der Knorpel schon geringe Reactionsthätigkeit, und ist schwer in ei-

nen entzündlichen Zustand zu versetzen; daher, auch zur Zerstörung überknorpelter Knochenenden bei Bildung widernatürlicher Gelenke in der Continuität von langen Knochen nach vorausgegangenen Brüchen, die Anwendung der reizendsten Mittel zur Entzündung und Verwachsung solcher überknorpelten Enden gewöhnlich fruchtlos, und am Ende die Resection zur Wiedervereinigung das einzige Mittel bleibt.

Die Wiedervereinigung von Knorpeln geht gewöhnlich von der Knorpelhaut aus, daher nach Trennung durch Verwundung die oberflächliche Vereinigung weit fortschreitet, während die getrennten Knorpelflächen in der Tiefe noch ganz unvereinigt sind. Die Wiedervereinigung geschieht durch bandartige Masse, die erst allmählig vom Eiweißstoff durchdrungen, sich der Consistenz des Knorpels nähert. Bei Trennung mit Substanzverlust erzeugt sich zur Ausfüllung der Lücke gallertige Substanz in Form von Fleischwärzchen, welche die Natur eines dichten Zellstoffes annimmt, welcher ebenfalls nur unvollkommen vom Eiweißstoff durchdrungen wird, sich auch in der spätesten Periode der Wiedervereinigung von dem angrenzenden natürlichen Knorpel auf der Schnittfläche unterscheiden läßt, und nie vollkommen die Natur desselben annimmt, ja oft nur mehr faserig bleibt.

Am vollkommensten ist die Wiedererzeugungsfähigkeit an Knochen.

Unter allen organischen Geweben wird das Knochengewebe bei Knochenbrüchen, bei Trennung von Knochen in ihrer Continuität mit Zersplitterung, nach Wunden mit Substanzverlust, nach Zerstörung durch Beinfraß, nach Abstossung von abgestorbenen nekrotischen Knochentheilen, nach brandiger Exfolationen, durch Heilkraft der Natur am vollkommensten wieder erzeu-

get, und die neuerzeugte Knochensubstanz nimmt am vollkommensten die Natur des Knochens an, dessen Theile sie vereinigt oder ersetzt hat. Nach Knochenbrüchen die mit Uebereinanderschlebung der Bruchenden sich wieder vereinigten, schliessen sich sogar die offenen Markhöhlen von Röhrenknochen; am ganzen Umfange der wiedervereinigten Bruchenden bildet sich äusserlich Rindensubstanz, nach innen spongiöses Gewebe und Markhöhle, ja es bildet sich sogar bei solcher Vereinigung übereinandergeschobener Bruchenden von Röhrenknochen die ganz unterbrochene seitlich von einander abstehende Continuität der inneren Markhöhle wieder, und an wiedervereinigten Knochen, wo sich zwischen den Bruchflächen zur Wiedervereinigung eine dichtere neue Knochenmasse, als Zwischenschichte erzeugte, nimmt auch diese allmählig äusserlich die Beschaffenheit von Rindensubstanz, und innerlich die von spongiösem Gewebe und Markhöhle an, und selbst die lange erkennbare Zwischenschichte nimmt so die natürliche Beschaffenheit des angränzenden unverletzt gewesenen Knochentheiles an.

Amputirte Knochen oder Knochen, von welchen sich ein Theil durch Brand absetzte, schliessen sich an ihren Enden durch neugebildete Rindensubstanz ab, wodurch die Markhöhlen nach aussen wieder geschlossen werden, und der verstümmelte Knochen ein in sich geschlossenes Ganzes bildet. Durch fortschreitende Callusbildung können sich fast ganze Knochen regeneriren. Mittelstücke von Knochen, die durch Resection hinweggenommen werden, können grossen Theils wieder ersetzt, oder die von einander entfernten Durchschnitflächen wieder vereinigt werden. Selbst an platten z. B. an Schädelknochen kommen durch Trepanation hinweggenommene Stücke, als ganz getrennte wieder eingesetzt, zur Wiedervereinigung. So wie in der Continuität von langen und dicken kurzen spongiö-

sen Knochen Substanzverlust wieder ersetzt wird, so geschieht dieß auch an platten Knochen, an Schädelknochen, wenn nur die äußere oder innere Lamelle zerstört war, oder das getrennte Knochenstück noch mit Haut zusammenhieng. So wie Gelenkköpfe, die aus ihren natürlichen Gelenkhöhlen ausgetreten sind, an der Fläche anderer Knochen, an welche sie zu stehen kommen, sich ein neues Gelenk bilden, so können selbst Bruchenden in der Continuität eines langen Knochens, wenn sie nicht zur festen Wiedervereinigung gelangen, sich abgränzen, an ihren Enden mit Knorpel oder Bandmasse überzogen, ein neues widernatürliches Gelenk bilden.

Alle diese Wiedererzeugungen und Bildungen von Knochen hat man auf eine allgemeine Weise zu erklären gesucht. Man nahm an, das Wesen dieser Processe sey im Allgemeinen dasselbe, es entstehe eine Substanz, die, sie mag nun zwei getrennte Knochenstücke vereinigen, oder einen größeren oder geringeren Theil eines Knochens ersetzen, in ihrer Entwicklung dieselben Perioden durchlaufe, welche die Bildungsgeschichte des normalen Knochens bezeichnen, und wenn sie den höchsten Grad von Vollkommenheit, dessen sie fähig sey, erreicht habe, diesem im Wesentlichen ähnlich sey.

Die meisten Theorien über die Wiedererzeugung von Knochen sind einseitig, weil sie nur nach einem oder dem anderen allgemeinen Bildungsgesetze alles zu erklären suchen. Schon der Callus entsteht auf verschiedene Weise. Die Natur, die in ihren Productionen unendlich mannigfaltig ist, zeigt auch mannigfaltige Processe zur Wiedererzeugung von Knochen, zur Wiederherstellung ihrer verletzten Form und Continuität.

EINTHEILUNG DER WIEDERERZEUGUNGS- PROZESSE.

Zur Lösung meiner Aufgabe über die Wiedererzeugungsfähigkeit der Knochen bringe ich meine Betrachtungen in zwei Abschnitte, und handle im

I. Abschnitte von der Wiedervereinigung nach Knochenbrüchen, im

II. Abschnitte von Wiedererzeugung von Knochen nach Substanzverlust.

I. ABSCHNITT.

Von Wiedererzeugung neuer Knochenmasse zur Wiedervereinigung gebrochener Knochen.

So wie zur Wiedervereinigung durch Verwundung getrennter Weichgebilde, oder zum Ersatze von Substanzverlust an denselben aus dem Blute gerinnbare Stoffe, plastische Lymphe, Gallert, Eiweiß- oder Faserstoff abgesetzt werden, die Anfangs in flüssiger Gestalt erscheinen, allmählig aber erstarren, die Natur von Zellgewebe annehmen, sich organisiren, und der natürlichen Beschaffenheit der Theile, die sie ersetzen, anzunähern streben, so wird auch im Umfange durch Bruch getrennter, verletzter Knochen aus dem Blute eine gelatinöse plastische Materie abgesetzt, die anfangs flüssiger ist, allmählig erstarret, härter wird, und zuletzt die Natur von Knochensubstanz annimmt. Dieses Gluten ist von eigenthümlicher Natur, verdient den eigentlichen

Namen Knochensaft, und kann durch andere aus dem Blute von Weichgebilden abgesonderte plastische Stoffe, durch gerinnbare Lymphe, Faserstoff nicht ersetzt werden. Wo daher bei Knochenbrüchen sich kein Knochensaft erzeugt, kommt es auch nicht zur Wiedervereinigung durch Knochenmasse. Es kann dieser Knochensaft nicht durch abgesetzte gerinnbare Stoffe, coagulable Lymphe aus benachbarten Weichgebilden ersetzt werden, aus solchen können nur Pseudomembranen entstehen, welche die Knochenvereinigung mehr hindern, als fördern, und die Bildung von falschen Gelenken verursachen.

Die zur Wiedervereinigung gebrochener Knochen, oder zum Ersatz von Substanzverlust derselben sich erzeugende neue Substanz wird Callus, Beinschwiele genannt. In Folge der heilkräftigen Tendenz der Natur zur Wiedererzeugung von Knochensubstanz, um dadurch getrennte Knochenstücke wieder zu vereinigen, oder Substanzverlust an Knochen zu ersetzen, entsteht in den Blutgefäßen der äußeren Beinhaut, der inneren Beinhaut oder Markhaut und des Knochengewebes selbst eine erhöhte Thätigkeit, die sich nicht allein zunächst auf die am Knochen verletzte Stelle, sondern noch über diese hinaus erstreckt, wobei Knochen und Beinhaut mehr oder weniger anschwellen, röther erscheinen, und eine gallertge gelbröthliche oder weißlichröthliche, zähe in Fäden dehnbare Flüssigkeit abgesondert wird. Diese Erscheinungen bilden das erste Stadium der Callusbildung, was man wegen der Aehnlichkeit mit Entzündung und entzündlicher Ausschwitzung aus dem Blute entzündeter Organe, auch das entzündliche Stadium nennen könnte; obgleich die hier eintretende Absonderung zur Callusbildung mehr eine heilkräftige Tendenz der Natur bezeichnet. Dieser Knochensaft durchdringt im ersten Stadio lebendig die Beinhaut und den Knochen, ja selbst benachbartes Zell- und Mus-

kelgewebe, es schwellen daher alle diese Theile mehr oder weniger an. Zu dieser Anschwellung trägt in der ersten Zeit auch das aus der zerrissenen Knochen- und Markhaut, aus den Bruchrändern des Knochens, und aus den verletzten benachbarten Weichgebilden ergossene Blut bei. Allein dieses ursprünglich durch Verletzung, durch Zerreiſung von Blutgefäſſen ausgetretene Blut kann nicht die Quelle des Knochensaftes seyn. So wenig als bei Wunden von Weichgebilden das blutige Extravasat das Mittel zur Wiedervereinigung, oder zur Erzeugung einer neuen Masse, zum Ersatz von Substanzverlust ist; eben so wenig kann das ergossene Blut den Knochensaft zur Wiedervereinigung liefern. Wollte man die Erzeugung des Knochensaftes und des Callus aus ergossenem Blute ableiten, so lieſſe sich in vielen Fällen die Entstehung desselben nicht erklären. Ohne Blutergieſung erzeugt sich Callus in Folge von Entzündung und Anchylosirung von Gelenkenden, eben so an der Gränze nekrosirter Knochenstücke, wodurch solche abgestoſſen und ersetzt werden. Ja selbst aus eiternden Knochenflächen und Höhlen erhebt sich Callus, wenn es zur Heilung von Caries kommt. Es bildet sich Callus vom Umfange durch Verwundung und Trepanation abstehender Knochenränder, an platten Knochen, und so noch in vielen anderen Fällen, wo durchaus keine Blutergieſung zur Bildung von Callus vorhergeht, oder dieselbe unbedeutend war. Daſs zwischen den Bruchenden von Knochen als Knochensaft eine groſſe Menge eines gelatinösen Stoffes abgesondert werde, beobachtete und bestätigte Troja durch Versuche in seiner Schrift *); er sah am 7ten Tage nach der Fractur zwischen ziemlich entfernten Bruchenden von Knochen an Hunden, eine groſſe Menge gelatinösen Knochensaftes.

*) De novorum ossium regeneratione experimenta. Lutet. 1775.

Gleiches beobachtete Koeler *), M. J. Weber **) und mehrere andere, die zu diesem Zwecke Versuche an Thieren anstellten. Ich kann daher der Meinung eines Howship und anderer, welche die Entstehung des Callus aus dem im Umfange der Knochenwunde ergossenem Blute ableiten, nicht beistimmen.

Nach angestellten Versuchen an Kaninchen sah Howship ***) am 3ten Tage die gebrochenen Knochenenden nur mit geronnenem Blute überzogen, welches auch in die Oeffnung der Markhöhle abgesetzt war. In einer Reihe von 6 Versuchen und genauer Beobachtungen vom 5ten bis 32ten Tag betrachtet er das ausgetretene Blut als die Basis der Callusbildung, und zieht am Ende seiner Beobachtungen folgenden Schluß. Die erste Wirkung des Bruches, sagt er, ist eine Ergießung von Blut in die umgebenden weichen Theile, dieses ist vorzüglich im Zellgewebe der Beinhaut verbreitet und vermehrt. Ein ähnliches Austreten erfolgt aus den zerrissenen Gefäßen in der Markhöhle, und ein Blutgerinsel wird in jede ihrer Oeffnungen abgesetzt. Auch befindet sich mehr oder weniger Blut zwischen den Bruchenden der Knochen. Das im Bruche ausgetretene Blut erleidet mehrere Veränderungen, welche sich nach seiner Lage richten: aber unter allen Umständen bildet es den Mittelkörper, in welchem der Verknöcherungsprozeß vor sich geht. Eben so nehmen Meckel †) und andere, ergossenes Blut als die Basis der Callusbildung und Vereinigung an.

*) Experimenta circa regenerationem ossium. Goett. 1786.

**) Ueber die Wiedererzeugung oder den Heilungsproceß gebrochener Röhrenknochen mit Abb. Nov. act. acad. C. L. C. nat. curios. Vol. XII.

***) John Howship Beobachtungen über den gesunden und kankhaften Bau der Knochen etc. mit 14 lith. Abb. aus dem Engliseh. von Dr. Ludw. Cerutti. Leipzig. Abhandl. aus Medico chir. Transactions 1816—1819.

†) Handbuch d. path. Anatomie. B. II. Abth. II. S. 46.

Diese Annahme ist schon dadurch leicht zu widerlegen, daß sich der Knochensaft und Callus nicht allein an der Bruchstelle, wo extravasirtes Blut seinen Sitz hat, sondern auch noch weit über die Gränze hinaus, höher und tiefer, als der Sitz vom extravasirten Blute ist, nach einer langen Strecke des Knochens bildet. Eben so sprechen gegen eine solche Annahme die oben angeführten Fälle, in welchen sich Callus ohne alle Blutergießung bildet, so an der Gränze nekrotischer Knochenstücke, bei Bildung von Anchylosen, an kariösen Knochen, wo im Umfange von zerstörter Knochen, wuchernd oft eine enorme Quantität Callus gebildet wird. Betrachtet man die angestellten Versuche und Beschreibung der Beobachtungen selbst solcher Schriftsteller, die das extravasirte Blut als Basis der Callusbildung annehmen, genauer; so liegt selbst in ihren Beobachtungen deutlich, daß sie die Absonderung eines Knochensaftes erkannten, aber nur nicht als primitive Ursache der Callusbildung aussprechen wollten. Zum Beweise dieser Behauptung stelle ich einige vorzügliche Momente aus den Beobachtungen von Howship zusammen, die zugleich recht deutlich den Hergang der Natur zur Bildung von Knochensaft und Callus darstellen. Nach seinen Versuchen an gebrochenen Schenkelknochen an Kaninchen, fand er, als es das Thier am 3ten Tage tödtete und injicirte, in der Nähe des Bruches, an allen Theilen des Knochens, in der Nähe der Verletzung den Blutumlauf lebhafter, und viele kleine Blutgefäße, die sich entwickelt hatten. Nirgends konnte er aber solche Blutgefäße in das benachbarte, gleichwohl fest an den Bruchenden anhängende Blutgerinsel entdecken. In der Untersuchung am 5ten Tage nach dem Knochenbruche, wobei die Bruchenden eine über einander verschobene Lage hatten, zeigten sich die Gefäße an der Gränze des Bruches und des extravasirten Blutes noch deutlicher und

zahlreicher, in den feinsten Netzen entwickelt. Allein er sah auch deutlich, daß keine der eingespritzten Schlagadern sich an das Gerinnsel erstreckte (was doch wohl deutlich dafür spricht, daß ein solches leblose, gefäßlose Gerinnsel an der Bildung von Callus keinen Antheil haben kann). Da wo die zerbrochenen Enden der Knochen übereinander lagen, hatte sich die Gefäßthätigkeit der Beinhaut schon durch den Anfang der Absonderung von Knochensaft zu erkennen gegeben.

In der 3ten Untersuchung am 9ten Tage zeigte sich die Beinhaut verdickt, unzählige eingespritzte Gefäße erstreckten sich von ihrer inneren Oberfläche nach den Knochen hin. Ihre Consistenz war einer steifen Gallert ähnlich, war nur etwas weicher und elastischer als Knorpel. An den Enden wo die gebrochenen Knochen über einander lagen, hatte die Beinhaut eine größere Festigkeit und Undurchsichtigkeit, und näherte sich der Natur wahren Knorpels. Der Niederschlag von Knochenmaterie an die Aussenseite des Knocheneylinders machte ein feinzelliges Gewebe, wurde aber darin von demjenigen weit übertroffen, welches von dem inneren Rande der Markhöhle gebildet war.

Nach einer 4ten Beobachtung am 5ten Tage, wobei ebenfalls die Bruchenden des Röhrenknochens übereinander verschoben waren, fand Howship die Bruchenden des Knochens durch eine ziemlich feste, knorpelartige Beschaffenheit der Knochenhaut verbunden, worin die Verknöcherung schnell von Statten ging. Die äußere oberflächliche Lage des Knochens hatte eine beträchtliche Menge von Knochenstoff bekommen. Die Oeffnung der Markhöhle war mit einem äußerst zarten zelligen Gewebe angefüllt, dessen dem Anscheine nach faserige Anordnung schwach einwärts, gegen den Mittelpunkt der Höhle hingeneigt war.

In der 5ten Beobachtung am 32ten Tage waren die Knochen schief mit großer Festigkeit vereinigt, und es

konnte nur eine geringe Bewegung zwischen ihnen bewirkt werden. Die zerbrochenen Enden waren mit einer grossen Menge von neuem Knochenstoffe bedeckt, wodurch eine unregelmässige Geschwulst gebildet wurde, welche mit einer injicirten Haut oder Periosteum bedeckt war. Die sich an der Seite einander berührenden Knochenenden waren durch eine bänderartige Substanz oder starke Haut verbunden. An einer Stelle, wo die Verknöcherung schneller vor sich ging, nahm er knorpliche Substanz wahr. An mehreren Stellen war die neue Substanz schon von Knochenmasse durchdrungen.

Was Howship in allen diesen Versuchen von extravasirtem Blute, von einer Haut, wovon ein solches sackförmig umgeben, will gesehen haben, sagt, hat mit der Callusbildung, wie er sie hier angibt, keinen Zusammenhang. Er hat nicht nachgewiesen, daß sich das ergossene Blut zum Callus organisire. Daß er Blutgefäße erst später durch Injection in das Blutcoagulum will verfolgt haben, war vielleicht Täuschung; was er hier noch für Blutcoagulum hielt war wahrscheinlich schon weicher Callus; daher kommt es auch daß er sagt: das Blutcoagulum, in welches er Blutgefäße übergehen sah, war bereits blafs. Hier war gewifs an die Stelle, wo vorher Blutcoagulum war, was bereits resorbirt wurde, schon Callus abgesetzt, den er noch mit Blutcoagulum verwechselte. Er spricht es selbst in seinen ersteren Beobachtungen aus, daß er durch Injectionen mit den Gefäfsnetzen, die sich von der Beinhaut, dem Knochen, der Markhöhle und Markhaut her entwickeln, und dem Blutcoagulo keinen Zusammenhang fand.

Der Callus bildet sich von allen Theilen des gebrochenen Knochens her.

Die Callusbildung beginnt im 1ten Stadio mit Absonderung von Knochensaft, dieser ist nach dem Vor-

herigen das Product einer erhöhten Gefäßthätigkeit an den Bruchenden, durch heilkräftige Tendenz der Natur geleitet.

Die Knochenhaut als der gefäßreichste Theil am Knochen trägt wohl vorzüglich zur Absonderung von Knochensaft und zur Callusbildung bei. So wie aber die Beinhaut und der Knochen durch ihre Gefäßverbindung ein innig zusammenhängendes Ganzes bilden, so nimmt auch der Knochen selbst an der Absonderung des Knochensaftes, und Bildung des Callus innigen Antheil. Es ist nicht zu verkennen, daß sich von der Beinhaut aus nicht allein Blutgefäße in die Substanz des Knochens fortsetzen, sondern daß selbst häutige Röhrchen und Zellen die Knochensubstanz durchdringen, die in der Rindensubstanz Fortsetzungen der äusseren Beinhaut sind, gegen das innere spongiöse Gewebe und die Markhöhlen hin mit der inneren Beinhaut oder Markhaut zusammenhängen. Unverkennbar sind diese häutigen Röhren und Zellen in Fötusknochen: bei ausgebildeten Knochen sind sie am häufigsten in den spongiösen Knochen an den Gelenkenden der langen oder Röhrenknochen: dünner weniger zahlreich sind solche an den compacteren Mittelsücken der Röhrenknochen. Sehr gut hat diese Röhrchen Howship in dem Capitel mikroskopische Beobachtungen über die Structur der Knochen dargestellt; er will jedoch solche durchaus von cylindrischer Gestalt gesehen haben.

An allen, selbst macerirten Knochen, sieht man an den Gelenkenden eine unzählige Menge von Poren, die nicht bloß zum Durchgange von Blutgefäßen als sogenannte Foramina nutritia dienen, sonst müßten diese ernährenden Gefäße viel zahlreicher und stärker seyn, sondern von häutigen Röhrchen und häutigen Zellen angefüllt werden, die im inneren Knochenmark enthalten, und äußerlich von Netzen von Blutgefäßen umgeben sind. Gegen die Medularsubstanz und die Mark-

höhle der Knochen hin werden diese Röhrchen und Zellen immer zahlreicher und stärker, und gehen allmählig in die Markzellen und Markhöhlen im Inneren der Knochen über. Ich sah in der anatomischen Sammlung in Würzburg an mehreren Knochen, an welchen theils Entzündung, theils Eiterung, theils Callusbildung statt gefunden hat, die Zellen und röhrenförmigen Höhlen sehr vermehret und vergrößert. An verletzten Knochen nehmen diese häutigen gefälsreichen Theile des Knochens selbst eine erhöhte Thätigkeit an, und aus der Knochensubstanz selbst kömmt es dadurch zur Absonderung von Knochensaft und Callusbildung.

Nur durch diese Theilnahme der Knochensubstanz an Callusbildung ist es begreiflich

- 1) daß übereinander verschobene auch von der Beinhaut entblößte Bruchenden mit einander verschmelzen,
- 2) daß bei Schiefbrüchen, nach Coaptation, die Wiedervereinigung nicht allein von der Oberfläche, von der Beinhaut aus, sondern nach den ganzen inneren Oberflächen der sich berührenden Bruchstücke statt findet,
- 3) daß selbst ganz getrennte einzelne Knochensplitter und selbst grössere Knochenstücke zur Wiedervereinigung gelangen,
- 4) daß sich auch an Stellen von Knochen, die der Beinhaut ganz beraubt sind, Callus bildet, was ich an mehreren Präparaten zu sehen Gelegenheit hatte.

So wie von der Beinhaut und Knochensubstanz, so wird auch von den Markhöhlen, von der Markhaut aus Callus gebildet. Die innere Beinhaut oder Markhaut steht mit der äusseren durch membranöse Fortsetzungen durch die Knochensubstanz selbst und durch Blutgefäße in Verbindung, sie ist sehr gefälsreich und nimmt daher, wie die äussere Beinhaut nach Verletzungen eine erhöhte Thätigkeit an: ihre Blutgefäße ent-

wickeln sich in zahlreicheren Netzen, und tragen zur Absonderung von Knochensaft und Bildung von Callus bei. Beweise daß auch von den Markhöhlen her Callusbildung erfolgt, sind folgende:

- 1) alle Versuche an Thieren von Howship, Weber und anderen bestätigen die Absonderung vom Knochensaft und Callusbildung aus Markhöhlen.
- 2) An vielen Präparaten sah ich Markhöhlen mit Callus angefüllt. Gleiches beobachteten viele andere Schriftsteller über Callusbildung.
- 3) Nur dadurch, daß sich in den Markhöhlen selbst Callus bildet, kommt es zur Schließung derselben nach Amputationen, und diese Schließung erstreckt sich von der Amputationsstelle aus oft weit in die Markhöhle hinauf. Ich sah solche Markhöhlen über 1 Zoll hoch verschlossen.
- 4) Ich sah selbst wuchernden Callus aus der Markhöhle hervortreten.

Daß sich der Callus von allen Theilen des Knochens, von der Beinhaut, der Markhöhle und der Knochensubstanz aus bilde, dafür sprechen auch noch die Beobachtungen, daß sich an der Gränze der vereinigten Bruchenden, die zwischen den Bruchflächen befindliche neue Knochensubstanz lange als eine eigene Scheidewand zeigt, welche die Markhöhle des oberen und unteren Bruchendes, und eben so die Knochensubstanz beider Bruchenden abgränzet, und selbst die neu-erzeugte Beinhaut im Umfange dieser Abgränzung unterscheidet sich noch durch kallöse Dichtigkeit von der angränzenden natürlich beschaffenen Beinhaut der Bruchenden, mit welcher sie gleichwohl ein continuirliches Ganzes bildet. Der gleichförmige Zusammenhang dieser Scheidewand mit den einzelnen Theilen des Knochens, sowohl mit der Rindensubstanz, als dem spongiösen Gewebe, und der Markhöhle spricht auch für eine gleichmäßige Erzeugung des Callus aus

allen diesen Theilen selbst. Wollte man annehmen, daß sich der Callus nur von einem oder dem anderen Theile des Knochens aus bilde; so bliebe es auch unbegreiflich, wie es dann zur Verschmelzung des Callus mit den anderen Theilen des Knochens käme.

Ich habe mich an Durchschnitten nach der Länge von wiedervereinigten Knochenbrüchen überzeugt, daß an Röhrenknochen der Callus von den Bruchenden aus sich öfters hoch in die Markhöhle hinauf erstreckte. Bei seinem innigen Zusammenhange mit der Markhöhle läßt sich doch wahrhaft nicht annehmen, daß er nur von der Beinhaut oder Knochensubstanz aus erzeugt, sich dahin verbreitet habe. Eben so sah ich an wiedervereinigten Brüchen von spongiösen Knochen die neu erzeugte Knochensubstanz an der Rindensubstanz und an dem spongiösem Gewebe so gleichförmig gebildet, daß sich ihre Entstehung nur aus beiden Theilen selbst unmittelbar ableiten läßt. Ich kann daher die Meinung solcher Schriftsteller über Callusbildung, welche die Entstehung des Callus nur von einem oder dem anderen Theile des Knochens ableiten, nicht beipflichten. Duhamel *) und nach ihm mehrere andere Schriftsteller nahmen mit Unrecht an, daß die Callusbildung nur von der Beinhaut ausgehe. Ihre Behauptung stützt sich auf eine zu geringe Zahl von Beobachtungen, bei welchen gerade die Thätigkeit der Natur zur Wiedervereinigung von Knochenbrüchen in der Beinhaut größer war; daher sie nur ringförmig in der Beinhaut am Umfange des Knochenbruches Callusbildung fanden, während die Bruchflächen des Knochens unvereinigt waren. Gerade aus dieser Behauptung geht hervor, daß es hier nicht zur Vereinigung von Brüchen gekommen ist, weil die Callusbildung

*) Memoir. de l'acad. royal des scienc. an. 1741.

nicht von allen Theilen des Knochens gleichförmig ausging.

Haller *), Dethleef **) und mit ihnen andere nahmen an, die Callusbildung ginge von den Bruchflächen der Knochen, und vorzüglich von der Markhöhle aus. Scarpa ***) setzt den Ursprung des Callus vorzüglich in die Bruchenden der Knochensubstanz. In der angeführten Schrift (Capitel über den Callus nach Fracturen) sagt er: es strömt nach der Fractur bei eintretender adhäsiver Entzündung der Knochensaft aus der ganzen Knochentextur, innerlich aus der netzförmigen Textur der Markhöhle, und äußerlich aus der harten Rinde gleichzeitig zwischen die Bruchenden aus. Auch die Exostosis spuria wächst nur unter dem krankhaften oder losgetrennten Periosteum aus der äußeren gesunden Oberfläche des Knochens hervor. Die Beinhaut ist nach seiner Behauptung unfähig Knochensaft zu bereiten. An einer anderen Stelle sagt er: bei Knochenbrüchen, wo die Knochenenden ohne Verlust vereinigt werden, wird bei eintretender adhäsiver Entzündung eine Menge Knochensaft von der äußeren, von dem Periost entblößten Oberfläche der Rinde, an der Stelle der Fractur secernirt, welcher hierauf zu Knochen verhärtet, und die Bruchenden gleichsam in eine gemeinschaftliche Kapsel einschließt, oder sie als ein Band umgibt, und fest mit einander verbindet. Diese Heilung einer einfachen Fractur ist bisher fälschlich dem Periost, als einem Knochensaft secernirenden Organe zugeschrieben worden.

*) Opera minora. T. II. p. 460—479.

**) Dissert. exhibens ossium calli generationem et naturam per fracta in animalibus rubiae radice pastis ossa demonstratam. Goett. 1753.

***) Ueber die Expansion der Knochen und den Callus nach Fracturen, aus dem Lateinischen. Weimar 1828.

Bei Heilung von Knochenbrüchen mit Uebereinanderschieben der Bruchenden glaubt Scarpa, die Vereinigung auf folgende Weise erklären zu müssen. Nämlich dadurch, daß die Rinde beider Bruchstücke, da, wo sie sich berühren, erweicht, aufgelockert, und expandirt wird, und dadurch, daß die ganze äußere Oberfläche beider Bruchstücke an der Stelle der Fractur eine große Menge Knochensaft erzeugt. Denn nachdem das Periost beider Bruchstücke an der Seite, wo sie sich berühren, abgerieben ist, erweicht die Natur die ganze Rinde beider Bruchstücke auf der Seite der Berührung, lockert sie auf, und expandirt sie zu einem Schwamm, welcher zu einer gemeinschaftlichen Masse zusammenwächst, sich dann verhärtet, und die Stelle des inneren Callus versieht.

Eben so sucht Charmeil *) aus einer Reihe von Versuchen zu beweisen, daß das Periost nie zur Wiederersetzung von Knochensubstanz und Callusbildung beitrage.

Wollte man der Meinung von Scarpa, daß der Knochensaft zur Bildung des Callus weder vom Periosteum noch dem Medullargewebe, sondern nur von der inneren Knochentextur bereitet werde, beipflichten, so blieben die oben angegebenen Erscheinungen zur Callusbildung an der Knochenhaut und selbst in den Markhöhlen von Röhrenknochen unerklärbar.

Für meine aufgestellte Meinung, daß die Callusbildung nicht bloß von dem einen oder dem anderen Theile des Knochens, sondern meistens gleichzeitig von mehreren Theilen ausgehe, wobei wohl nach Verschiedenheit der Verletzung, bald dieser, bald jener Theil z. B. bald mehr die Beinhaut, bald mehr die Knochensubstanz thätig seyn kann, sprechen auch noch viele

*) Recherches sur les Metastases, suivies de nouvelles experiences sur la regeneration des os. Metz 1821.

Beobachtungen in folgenden Schriften: Nicol. Wolfg. Müller, dissert. med. chir. de callo ossium. Norimb. 1707. Marigues, dissert. physiolog. et chirurgic. du cal dans les fractures. Paris 1783.

Kortum, propria experimenta et observat. circa regenerationem ossium. Berol. 1824.

Macdonald, de necrosi et callo. Edinb. 1799.

Brechet, recherches historiques et experiementales sur la formation du cal. Paris 1819.

Reypens, de origine et natura calli ossium, Lovani 1823.

Perioden der Callusbildung.

Ich betrachte in Beziehung auf die Perioden der Callusbildung,

- 1) die Zeit, die zur vollkommenen Wiedervereinigung gebrochener Knochen im Allgemeinen nothwendig ist,
- 2) die successiven Veränderungen, welche der sich bildende Callus, von seiner ersten Entstehung bis zu seiner vollkommenen Erhärtung erleidet.

Die Zeit, welche zur vollkommenen Heilung von Knochenbrüchen, somit von der ersten Entstehung des Callus bis zu seiner vollkommenen Verknöcherung und Verbindung der Bruchenden erfordert wird, ist von verschiedenen Schriftstellern verschieden angegeben. Es läßt sich solche auch nicht für alle Fälle als allgemein gültig bestimmen. Zu allgemein bestimmt Chelius (in seinem Handbuche der Chirurgie) die Zeit auf folgende Art. Zwischen dem 12ten und 20ten Tage bemerkt man, nach seiner Angabe, die Knochenenden wirklich, obgleich nur schwach und biegsam, zusammenhalten, nach und nach wird diese Vereinigung fester, und zwischen dem 30ten und 60ten Tage so fest, daß sie keine Biegsamkeit mehr zuläßt.

Die Zeit der vollkommenen Wiedervereinigung ist verschieden,

- 1) nach dem Alter,
- 2) nach der Körperconstitution des Subjects,
- 3) nach Art und nach der Gegend des Knochens, an welchem der Bruch ist,
- 4) nach Complicationen mit anderen Zufällen.

1) In Beziehung auf Alter des Subjects ist zu bemerken: am schnellsten folgt die Callusbildung und Wiedervereinigung gebrochener Knochen im Kindesalter. Lamotte führt Beispiele von Knochenbrüchen bei Kindern während der Geburt an, welche in Zeit von 12 Tagen vollkommen heilten. Man kann annehmen, daß bei Kindern bis zur Pubertät 36 bis 48 Tage zur vollkommenen Heilung von Knochenbrüchen hinreichen.

Bei Erwachsenen erfordert die vollkommene Heilung von Brüchen größerer Knochen 60—70 Tage. Im Alter, wo die Reproductionskraft überhaupt abnimmt, werden meistens 130, und auch noch mehr Tage zur vollkommenen Heilung erfordert.

2) Eine gute Körperconstitution ist eine nothwendige Bedingniß, wenn vollkommene Heilung in oben angegebener Zeit erfolgen soll. Bei cachectischen schwächlichen Subjecten geht die Callusbildung äußerst träge vor sich, und bedarf einer viel längeren Zeit. Scorbutische Beschaffenheit verhindert die Callusbildung, und oft schon gebildeter Callus löst sich bei eintretendem Scorbute wieder auf, und der Knochenbruch nimmt eine livide üble Beschaffenheit an. Eben so ist Rhachitis ein wesentliches Hinderniß der Callusbildung. Denn bei rhachitischen Subjecten ist das chemische Verhältniß der Bestandtheile der Knochen im Allgemeinen krankhaft verändert, ihr Gehalt an phosphorsaurer Kalkerde ist zu gering, Erweichung der Knochen im Allgemeinen vorherrschender

Charakter, und so läßt sich in einem solchen Zustande auch keine feste Callusbildung erwarten. Die Lustseuche verhindert die Callusbildung mehr oder weniger, oder es bildet sich abnorm wuchernder Callus, gleich venerischer Exostosen, wenn Knochenbrüche bei Venerischen in Perioden der Krankheit fallen, in welcher auch ohne alle äußere Verletzung Exostosen sich zu bilden pflegen. Die Arthritis macht zwar vorzüglich zur Verknöcherung verschiedener Organe geneigt, allein auch sie störet doch, nach vielen Beobachtungen, die Wiedervereinigung von Knochenbrüchen, und da, wo es zur Callusbildung kömmt, ist auch sie Veranlassung zur Erzeugung eines wuchernden Callus, wobei dieser in enormer Quantität, und in ungewöhnlicher Form, oft enormen Exostosen ähnlich erzeugt wird. Auch sind Knochenwunden bei Arthritischen leicht zur Entzündung und Eiterung geneigt.

Selbst Schwangerschaft wirkt störend auf Bildung des Callus, da in diesem Zustande die Reproductions-Thätigkeit des mütterlichen Körpers mehr auf die Entwicklung der Leibesfrucht hingerichtet ist.

3) Nach Art und Gegend der Knochen kann man großen Theils das Gesetz aufstellen, Knochen und Knochentheile, die sich früher ausbilden, beim Fötus am frühesten zur Entwicklung kommen, regeneriren sich auch nach Brüchen und Verletzungen leichter und in kürzerer Zeit.

Leichter und schneller heilen daher Knochenbrüche an den Mittelstücken, als an den Gelenkenden von Röhrenknochen, da auch die Mittelstücke viel früher beim Fötus schon verknöchern, als die Gelenkenden, die erst viel später nach der Geburt verknöchern. Knochenbrüche an platten Knochen, am Schulterblatte, am Hüftbeine, ja selbst Brüche der Rippen und Knochen, welche die Oberfläche des Schädeldgewölbes bilden, heilen leichter, als Brüche kurzer dicker Knochen, und unter

diese heilen diejenigen leichter, die mehr und dickere Rindensubstanz haben. Kurze sehr spongiöse Knochen, so wie die überknorpelten sehr gefälsreichen und spongiösen Gelenkenden und Köpfe bedürfen einer längeren Zeit zu ihrer Heilung, heilen schwerer, gehen bei ihrem Reichthume an Blutgefäßen in einen höheren Grad von Entzündung, und in Folge von dieser in Eiterung über. Daher Gelenkwunden immer unter die gefährlichsten und schwer heilbaren gehören.

4) Zuden Complicationen, welche die Heilung von Knochenbrüchen verzögern und erschweren, gehören die schon oben angegebenen Körpersconstitutionen, Wunden, Zerreißungen, Quetschung der benachbarten Weichgebilde, Verletzung benachbarter größerer Blutgefäße und Extravasate, Verletzung von Nerven, sehr starke Zersplitterung des gebrochenen Knochens, Zerreißung benachbarter Kapsel- und andere Bänder, eingedrungene fremde Körper, contagiöse und miasmatische Einflüsse. Ich gebe hier nur einige Hauptmomente an, in wiefern die Complicationen die Bildung von Callus und die Wiedervereinigung gebrochener Knochen stören können, da ihre weitere Betrachtung nicht zu meiner vorgesetzten Aufgabe gehört, als Wunden, Zerreißung, Quetschung benachbarter Weichgebilde, wenn sie einen hohen Grad von Entzündung und in Folge von dieser Eiterung und Brand verursachen. Durch erhöhte, krankhafte Entzündungsthätigkeit und in benachbarten Weichgebilden, durch Eintritt und Unterhaltung einer krankhaften Absonderung und Bildung von Eiter in denselben wird die heilkräftige Tentenz der Natur zur Bildung von Callus beschränkt, längere Zeit oder gänzlich unterdrückt. Gehen solche benachbarte Weichgebilde in Brand über, so verschwindet mit dem Leben dieser Gebilde auch leicht das der benachbarten Knochen, oder es werden diese selbst an ihren

Bruchenden brandig, kommen gar nicht zur Heilung, oder erst sehr spät nach Abstossung von brandigen Theilen.

Verletzung von gröfseren Blutgefäfsen und Extravasate in der Nähe von Knochenwunden bringen bis zur Entfernung durch Kunsthülfe oder Einsaugung, oder Vertheilung des Extravasates in den Bauchenden, wie in den benachbarten Weichgebilden einen torpiden Zustand hervor, welcher mehr oder weniger die Heilung durch Callusbildung verzögert.

Verletzung oder Ansteckung benachbarter Nerven durch Knochensplitter bringt üble Nervenzufälle hervor. Wird durch solche der für alle organische Thätigkeit belebende Einflufs der Nerven gehemmt, so kommt es auch nicht zur heilkräftigen Callusbildung.

Sehr starke Zerschmetterung des gebrochenen Knochens und Zerreißung benachbarter Kapsel- und anderer Bänder lassen keine Wiedervereinigung durch Callus erwarten, und zwar um so weniger, wenn diese Zufälle in der Nähe von Gelenken oder an den Gelenkenden selbst Statt finden. Bei zu grofser Zersplitterung sind gewöhnlich mehrere Bruchstücke ihres Zusammenhangs mit der Beinhaut, und mit ernährenden Blutgefäfsen ganz beraubt; es kann daher von ihnen keine Callusbildung zur Wiedervereinigung statt finden, und kommen sie auch in Contract mit Callus, der von den benachbarten Bruchstücken erzeugt, auch sie umgibt, so besitzen sie keine Reactionsthätigkeit, um mit solchen in lebendige Verbindung zu treten. Sind dabei noch Kapsel- und andere Bänder zerrissen, so entsteht an solchen Fasergebilden eine üble Eiterung, welche gewöhnlich auch die Bruchenden der Knochen ergreift, und an der Stelle der Callusbildung Caries hervorbringt. Auffallend findet jedoch eine solche Wiedervereinigung ganz getrennter Bruchstücke durch Verschmelzung mit dem Callus benachbarter Bruchstücke bei Splitterbrüchen an dem Körper von Röhrenknochen Statt. Ich

sah solche Bruchstücke, die mehr weiß necrotisch aus-
sahen und ganz verschobene Lage hatten, doch voll-
kommen in die neue Callusbildung aufgenommen.

In Knochen eingedrungene fremde Körper, was ge-
wöhnlich Bleikugeln, Schrote sind, können in denselben
ohne Nachtheil länger verweilen, ja man hat Beobachtun-
gen, daß sie lebenslänglich bei Verwundeten in Knochen
stecken blieben; die Wunden heilten vollkommen, es
blieben keine üblen Folgen zurück, und man fand so
Kugeln nach dem Tode in den Knochen vom festen
Callus umgeben.

Contagiöse und miasmatische Einwirkung haben,
wie auf Gesundheit überhaupt, auch auf Knochenwun-
den und Bildung des Callus nachtheiligen Einfluß, be-
sonders bei complicirten Knochenbrüchen. Bei Anste-
ckung durch exanthematische Krankheiten nehmen Wun-
den gewöhnlich eine üble Beschaffenheit an, es tritt in
ihnen mit der Ansteckung häufig von neuem Entzün-
dung und üble Eiterung ein. Ist bei solcher Ansteckung
und ihrem Einflusse auf die Wunde die Callusbildung
noch nicht weiter vorgerückt; so wird auch diese häu-
fig nun gehemmt, nimmt eine üble Beschaffenheit an,
und es entsteht leicht Caries. Eben so wirken Mias-
mata auf die Entstehung und fortschreitende Ausbildung
des Callus häufig sehr nachtheilig ein. Am auffallend-
sten zeigt sich dieses in Hospitälern, in Lazarethen, wo
viele Verwundete liegen, wenn da bösartige Fieber, La-
zarethfieber, Typhus herrschen, wo öfters, wenn auch
Verwundete von solchem Fieber frei blieben, doch der
miasmatische Einfluß auf die Wunde sich zeigt, die
dann ohne andere Veranlassung oft plötzlich einen bö-
artigen, eiternden und brandigen Charakter annehmen,
wobei mit Unterbrechung aller Callusbildung, bösartige
Eiterung und Brand auch auf den Knochen übergeht.

Die successive Entwicklung der neuen Kno- chensubstanz.

Die successiven Veränderungen welche der sich bildende Callus von seiner ersten Entstehung bis zu seiner vollkommenen Verhärtung erleidet, wurden nach Haller von den meisten Anatomen in drei Stadien eingetheilt, wie solche bei der Entwicklung der Knochen beim Foetus Statt finden. Nach Haller (*Elementa physiol. corp. hum.* Tom. VIII. S. 334. nimmt der anfangs weiche gallartige Callus im zweiten Stadio die Natur und Consistenz von Knorpel an. In dieser knorplichen Substanz bilden sich im 3. Stadio Knochenkerne, die nach und nach mit einander verschmelzen, und in zusammenhängendes compactes Knochengewebe übergehen. Selbst Meckel (in seinem Handbuche der pathologischen Anatomie 2. Bandes, 2. Abtheilung, Seite 66.) stimmt dieser lange herrschenden Meinung noch bei. Er sagt, der Callus müsse in einer späteren Periode Knorpel seyn, indem sich da die Gallert verdickt, erhärtet, und der Knorpel nur eine erhärtete Gallert ist. In dem knorpelähnlichen Callus bilden sich Knochenkerne etc. Es ist zwar wahr, daß der Callus im zweiten Stadio fester und härter wird, allein man muß diese grössere Consistenz der Gallert wohl von Knorpel unterscheiden. Nicht einmal beim Fötus lassen sich an allen Knochen so deutlich drei Stadien des Verknöcherungs-Prozesses unterscheiden. Nur an solchen Knochen des Fötus, die längere Zeit aus vorübergehenden Knorpel bestehen, wie dieß bei allen Gelenkenden, Epiphysen von langem Knochen, bei allen kurzen dicken Knochen z. B. den sämtlichen Fußwurzel- und Handwurzelknochen der Fall ist, ist es wahr, daß sie im ersten Stadio weich gallertig sind, daß sie im 2. Stadio wahre Knorpel werden, und diese knorpliche Beschaffenheit länger behaupten, bis sich in ihnen Knochenkerne entwickeln, von welchen aus im 3. Stadio die vollkommne Ver-

knöcherung zu Stande kömmt. Allein bei den meisten Knochen des Fötus wird das zweite Stadium die Knorpelbildung ganz umgangen, und es bildet sich in der ursprünglichen Gallert derselben gleich phosphorsaure Kalkerde in Form von zarten Knochenfasern und Lamellen, wobei solche Knochen auch nie eine Spur von knorplicher Beschaffenheit zeigen. Dieß ist das Bildungsgesetz in allen Mittelstücken der langen oder Röhrenknochen, in den Rippen, in den platten Schädel- und anderen Knochen, in den Gehörknöchelchen, in mehreren anderen, ja selbst in vielen kurzen dicken Knochen z. B. in den Wirbelkörpern. Alle diese Knochen zeigen in keiner Periode ihrer Entwicklung eine knorpliche Beschaffenheit.

Der Callus hat in keiner Periode eine knorpliche Beschaffenheit. Die allmählichen Veränderungen, welche die ursprünglich weiche gallertige Substanz bis zur vollkommenen Verwandlung in wahre Knochenmasse erleidet, sind folgende. Der anfangs weiche Callus wird, wie weiter oben ausführlich angegeben wurde, aus allen Theilen des Knochens ausgeschieden. Die Beinhaut und Bruchenden der Knochen schwellen dabei an, und sind anfangs selbst weicher, bei dieser ursprünglichen Erweichung verschwinden die Knochensplitter und Rauigkeiten, wo solche an Bruchenden vorhanden sind, sie werden resorbirt, oder verschmelzen in den weichen Callus. Es durchdringet dieser weiche Callus öfters selbst benachbartes Zell- und Muskelgewebe, wenn er sich in größerer Quantität ergießt.

Im zweiten Stadio nimmt dieser anfangs weiche glutinöse, plastische fadenziehende Callus die Form von röthlichen Fleischwärtchen, von größeren und kleineren fleischähnlichen Tuberkeln an, die unter sich auch von den beiden Bruchenden her miteinander verschmelzen, und es kommt so zu wechselseitiger Vereinigung

der Bruchenden der Callus wird dabei immer fester und nimmt die Consistenz eines Fasergewebes an.

Im 3. Stadio wird der vorher noch beugsame Callus von phosphorsaurer Kalkerde durchdrungen, und es beginnt damit seine Erhärtung, Verknöcherung, die ungleichförmig von einzelnen Stellen ausgeht, sich allmählig weiter ausbreitet, und endlich die ganze Masse in Knochensubstanz verwandelt, die mit den Bruchenden ein continuirliches Ganze bildet. Mit der Verknöcherung des Callus bildet sich auch in seinem äusseren Umfange neue Beinhaut, deren Blutgefäße, wie gewöhnlich von der Beinhaut, in die neue Knochensubstanz zu ihrer Ernährung übergehen. Selbst die Bildung von Saugadern in der neuen Knochenmasse kann nicht bezweifelt werden: Da nur durch sie die Conformation der anfangs meistens ungleichförmigen neuen Knochenmasse erklärbar ist.

Einfacher und in etwas kürzerer Zeit verlaufen diese drei Perioden bei einfachen Quer- und Schiefbrüchen, wann diese Brüche durch chirurgische Kunsthilfe bald eingerichtet, und die Bruchenden in beständigem genauen Contracte erhalten werden, weil hier die Wiedervereinigung, ähnlich, wie bei Weichgebilden per primam reunionem vor sich geht. Es bedarf hier einer geringeren Quantität Callus zur Wiedervereinigung, und die Zeit zur Verbreitung vom phosphorsaurer Kalkerde durch diese geringe Quantität ist kürzer, obgleich zur vollkommenen Erhärtung gleiche Zeit gefordert wird.

Bei Vereinigung von Bruchenden mit Verschiebung ihrer Bruchflächen nach ihrer Breite, wo somit die Bruchränder sich nur theilweise, nur an einer oder der andern Stelle berühren, eben so bei Verschiebung nach ihrer Länge, wobei das Glied verkürzt wird, wie auch bei mehrfachen Brüchen an einem Knochen, wo ein Knochen an zwei oder drei Stellen gebrochen

ist, wobei sich die Mittelstücke gewöhnlich nach oben oder nach unten, oder zur Seite verschieben, wodurch Zwischenräume zwischen den Bruchflächen gebildet werden, wird zur Wiedervereinigung eine grössere Quantität Callus erfordert, es müssen sich auch hier die frei stehenden Markhöhlen und Markzellen durch Callus schliessen, ungleichförmig geht dabei die Verknöcherung an verschiedenen Stellen vor sich, und der Heilungsprocess wird dadurch im Ganzen verlängert.

Nebst den drei gewöhnlichen Stadien der Callusbildung zur Wiedervereinigung von Knochenbrüchen, könnte man noch ein viertes annehmen, das Stadium der Conformation des gleichwohl ganz verknöcherten, aber oft noch lange Zeit unförmlichen Callus.

Der neugebildete verknöcherte Callus ist anfangs öfters unförmlich, raget über die vereinigten Bruchenden mehr oder weniger hervor, ist uneben, höckerig. Seiner Textur nach ist er entweder mehr locker, was der Fall ist, wenn seine Bildung mehr von spongiösen Knochen ausgeht, oder er bildet eine gleichförmige, feste Masse, wenn er seinen Sitz an mehr compacten Knochengewebe, an der Rindersubstanz von Röhrenknochen hat. Diese Unförmlichkeit verliert sich erst lange nach vollkommener Wiedervereinigung von Knochenbrüchen durch harten Callus. Erst später bildet sich in diesem durch Scheidung der vorherigen gleichförmigen Masse Rinden- und Marksubstanz, oder spongiöses Gewebe; selbst die unterbrochene Markhöhle in Röhrenknochen, bei Wiedervereinigung derselben mit Verschiebung der Bruchenden übereinander nach der Länge oder Quere, erhält wieder ihre Continuität. Die anfangs dicke unförmige neue Beinhaut der neuen Knochensubstanz nimmt allmählig die Natur der mit ihr benachbarten, zusammenhängenden, natürlich beschaffenen Beinhaut an, ungleichförmige Hervorragungen am neuen Knochen verschwinden, und seine oberflächliche Beschaffenheit strebt zur Confir-
mi-

tät der Knochenflächen der vereinigten Bruchenden zu gelangen. Zu dieser Conformation ist eine Reihe von mehreren, und bei großer Difformität eine Reihe von vielen Jahren nothwendig, und man kann diese Periode als das vierte, am längsten dauernde Stadium der vollkommenen Ausbildung des Callus zum wahren Knochen betrachten.

II. ABSCHNITT.

Von der Wiedererzeugung der Knochen nach Substanzverlust.

Gewöhnlich wird die Frage, wie ersetzt sich Substanzverlust an Knochen? kurz dadurch beantwortet, daß sich zum Wiederersatz von Substanzverlust an Knochen Callus, wie bei Knochenbrüchen, bilde. Allein nach Verschiedenheit der Art des Substanzverlustes ist auch die Art des Wiederersatzes verschieden. Verschieden verhält sich dieselbe:

- 1) bei complicirten Knochenbrüchen, wobei von den Bruchstücken ein oder der andere Theil verloren geht;
- 2) bei Resectionen und Amputationen von Knochen,
- 3) bei Knochenbrand;
- 4) bei Knochengeschwüren.

Ich betrachte hier die Hauptmomente der Heilung bei diesen verschiedenen Arten von Knochenverletzung.

1) Wiederersatz von Substanzverlust bei Knochenbrüchen.

Wenn mit einem Knochenbruche äußere Verwundung der Weichgebilde verbunden ist, der Knochenbruch selbst ein Commutivbruch ist, so geschieht es nicht selten, daß in der eiternden Wunde ein oder das

andere Knochenstück ganz losgetrennt gefunden wird, und als ein auſſer aller Verbindung ſtehender fremder Körper hinweggenommen werden muß. Solche getrennte Knochenstücke müſſen hinweggenommen werden, wenn ſie Nervenzufälle, und andere üble Erſcheinungen herbeiführen. Ihre Wiedervereinigung aber iſt möglich, wenn ſie auch nur an einer oder der andern auch noch ſo kleinen Stelle mit Haut, oder benachbarten Weichgebilden zuſammenhängen. Der Subſtanzenverluſt ſolcher Knochenstücke wird durch Callus erſetzt, der von der Vereinigungsſtelle der zurückgebliebenen Bruchenden aus über die Gränze derſelben ſich weiter erſtrecket, und auch die Lücken der entfernten, auſgeſtoſſenen oder hinweggenommenen Knochenstücke ausfüllet. Der in ſolche Zwiſchenräume und Lücken zwiſchen den noch übrigen Bruchſtücken ergoſſene Callus umgibt auch, doch ſeltner, einzelne ganz getrennte, auſſer aller Verbindung mit Beinhaut und Blutgefäſſen ſtehende Bruchſtücke, belebt und verbindet ſolche wieder.

Lehrreiche Präparate, an welchen groſſer Subſtanzenverluſt bei Knochenbrüchen durch neuen Callus erſetzt, und einzelne ganz getrennt gewesene Knochenstücke, die ſich durch ihre weiſſere Farbe leicht unterſcheiden laſſen, die in die durch Callus gebildete neue Knochenmaſſe verſchmolzen ſind, und mit dieſer ein zuſammenhängendes Ganze bilden, ſah ich in der anatomisch-pathologiſchen Sammlung der anatomischen Anſtalt zu Würzburg.

Belehrende Beiſpiele über dieſe Art von Wiedererſatz von Knochenſtücken enthalten die Verſuche von Brechet und Villermè in Magendies Journal de Phys. experiment. April 1821. p. 116. Gute Abbildung von Einſchmelzung getrennt gewesener Knochenstücke in neugebildete Knochenſubſtanzen lieferte Howſhip Tab. X. Fig. 6.

2) Wiedersatz von Knochensubstanz nach Resectionen.

Verschieden ist die Heilung bei Resection von Knochen, je nachdem in der Continuität eines langen Röhrenknochens aus seinem Mittelstück ein Theil herausgesäget, oder ein oder beide Gelenkende zwei mit einander articulirender Knochen hinweggenommen wurden. Nur eine andere Art von Resection ist die Hinwegnahme größerer oder kleiner Theile von platten Knochen durch Trepanationen, z. B. an Schädelknochen, oder durch Sägen an anderen platten Knochen z. B. am Hüftbeine, am Schulterblatte.

Beobachtungen und genaue Beschreibung der Heilung nach Resectionen an Knochen sind bereits in mehreren Schriften enthalten, z. B. in Wachter de articularum exstirpatione, Groeningae 1810. Denove, sur l'utilite de la resection des os dans les membres. Paris 1812. Roux, de la resection de portions d'os malades. Paris 1812. Moreau, Versuch über die Resection der Knochenextremitäten cariöser Gelenke. Aus dem Französ. von Krause. Hannover 1821. Mehrere einzelne Beobachtungen in chirurgischen Zeitschriften.

Die Zahl der Beobachtungen über Resectionen, mit noch weit glücklicherem Erfolge derselben, wird sich bald durch die vortreffliche Erfindung, und gewiss öftere Anwendung der neuen Kettensäge von Bernard Heine vermehren; da diese Säge alle bisher gewöhnlichen Instrumente zu Hinwegnahme von Knochentheilen, weit übertrifft, da man durch sie sowohl Gelenkenden, als auch grössere und kleinere, ja die kleinsten Theile aus der Substanz von Knochen in ihrer Continuität herausschneiden kann, da die Anwendung dieser Säge mit weit geringerer Verletzung der den Knochen umgebenden und bedeckenden Weichgebilde, und selbst auf einem kleinen Raume, in eine beträchtliche Tiefe möglich ist; da man ferner durch einige einfache Sä-

genschnitte von platten und vorzüglich von Schädelknochen selbst grössere Stücke hinwegnehmen kann, zu deren Hinwegnahme, nach früherer Methode durch Trepanation, man sonst im Umfange des hinwegzunehmenden Knochentheils eine Menge von Trepankronen anzusetzen hatte. Auch hat nach meiner Ueberzeugung die Anwendung dieser Säge an Schädelknochen den Vortheil, daß die dadurch gebildete Lücke eine winklichte ist, wobei von den Winkeln her die Schließung der Knochenlücke viel leichter und schneller vor sich geht, als dieß von der runden Trepanöffnung her der Fall ist.

Die Heilung der Knochenwunden bei Resection geschieht auf 3erlei Art. 1) Die Knochenenden, zwischen welchen ein Theil des Mittelstückes herausgeschnitten wurde, werden durch Callus vereinigt, und die Continuität eines Knochens vollkommen wieder hergestellt, oder 2) es werden die Endigungen von zwei verschiedenen Knochen durch Contact mit einander zur festen unbeweglichen Vereinigung gebracht; oder 3) es bildet sich für das abgeschnittene Ende eines Knochens, oder zwischen zwei Knochenenden ein neues widernatürliches Gelenk, oder fibröse bandartige Masse.

Die erste Art der Heilung kann vorzüglich an langen Röhrenknochen erreicht werden. Oefters wurde die Resection an solchen Knochen mit günstigem Erfolge vorgenommen, wo nach Bruch derselben sich zwischen den Bruchenden ein widernatürliches Gelenk erzeugte.

Vergebens wurden öfters alle anderen Mittel angewendet, um eine solche widernatürliche Gelenkverbindung aufzuheben, und die Bruchenden zur festen Knochen-Wiedervereinigung zu bringen. Nach Resection von solchen mit fibröser Masse überzogenen Bruchenden kann von denselben eine neue Bildung von Callus ausgehen, der von beiden resedirten Bruchenden her zusammenfließt, und vollkommene Wiedervereinigung

bewirkt. Nach Beobachtungen wurde nicht allein bei erhaltenem Contacte solcher Bruchenden, sondern selbst bei gröfserer Entfernung derselben von einander die Wiedervereinigung erreicht. Auf gleiche Weise können nach Resection von Gelenken die dadurch gebildeten Wundflächen verschiedener Knochen mit einander zur Verwachsung gebracht werden, z. B. nach Resection des Ellbogengelenkes das untere Ende des Oberarmknochens mit den oberen Enden des Radius und der Ulna: nach Resection des Kniegelenkes das untere Ende des Oberschenkelknochens mit der resecirten Fläche des Schienbeins etc.

Die dritte Art der Heilung nach Resection ist die Bildung einer bandartigen Masse, von den resecirten Knochenenden aus; diese erfolgt gewöhnlich nach Resection nur eines Gelenkendes, so z. B. nach Resection des Oberarmknochens; wobei sich der Knochenstumpf abrundet, das durchschnittene spongiöse Gewebe des Knochens die Markhöhle schlieset, mit fibröser Masse überzieht, die sich bis an den nächsten Knochen fortsetzt, und mit welcher die in der Nähe liegenden fibrösen Theile, Sehnen von Muskeln, die bei der Operation erhalten wurden, verschmelzen.

Eine andere Art dieser Heilung ist die Bildung eines neuen Gelenkes mit einem unvollkommenen Kapselbande, welches sich vom Umfange des resecirten Knochenstumpfes her bildet, und an einen zunächst liegenden Knochen, oder Knochenfortsatz inseriret. Der resecirte Knochen stumpft sich endlich ab, wird mit fibrösem Gewebe überzogen. Das ihn umgebende Zellgewebe der benachbarten Organe bildet sich zu einer ihn umgebenden Membran, welche allmählig die Natur einer Gelenkkapsel anzunehmen strebt, mit deren äusseren Oberfläche die bei der Resection verletzten und andere benachbarte Sehnen und Muskeln verwachsen. Es ist wunderbar zu sehyn, wie die Heilkraft der

Natur das hinweggenommene Gelenkende eines Knochens zu ersetzen, und ein neues Gelenk zu bilden strebet. Umgiebt auch gleich die neugebildete Membran das Knochenende nicht ganz frei wie eine vollkommene Kapselhaut (denn gewöhnlich ist sie dicker, an mehreren Stellen ungleichförmig, und hängt grösstentheils mit der Oberfläche des resecirten Knochenendes zusammen), so umgiebt sie doch oft das ganze Knochenende kapselartig, und setzt sich auch nach einem gröfseren Umfange kapselartig an benachbarte Knochen fest. Ich hatte Gelegenheit eine solche Heilung mit Bildung einer neuen Gelenkkapsel in der anatomischen Sammlung zu Würzburg zu beobachten. Das Präparat ist von einem Manne, bei welchem vor 10 Jahren der Kopf des linken Oberarms unter dem Halse dieses Knochens resecirt wurde, das neue Gelenke bildete sich zwischen dem Knochenstumpfe und dem Hackenfortsatze des Schulterblatts. Dieser Fall wird nächstens in einer eigenen Abhandlung mit Abbildungen erscheinen. Bei Hinwegnahme von Theilen an platten Knochen, wie bisher gewöhnlich durch Trepanation an Schädelknochen, schreitet die Wiedererzeugung von Knochenmasse zur Schließung der Trepanations - Oeffnung sehr langsam vorwärts. Die Schließung derselben geht auf folgende Art vor sich: der Knochenrand der Trepanations-Oeffnung nach dem ganzen Umfange verdünnt sich, die äussere Glasplatte nähert sich der inneren, und beide bedecken die Diploë und bilden im Umfange der Trepanations-Oeffnung einen dünnen schärferen ungleichen Rand. Gleich anfangs bildet sich vom Knochenrande der Trepanations-Oeffnung her eine Schichte von Gallert, welche die Trepanations-Oeffnung schliesst, und allmählig die Form und Consistenz einer Membran annimmt, von deren äusserem Umfange her als Fortsetzung des dünnen Knochenrandes der Trepanations-Oeffnung die Verknöche-

rung langsam fortschreitet, wobei die anfangs zur Schliessung gebildete Membran immer kleiner wird, am Umfange abnimmt, und endlich ganz verschwindet. Ich sah eine solche grosse theils schon geschlossene Trepanations-Oeffnung in der anatomischen Sammlung zu Würzburg an der Hirnschale von einem Wahnsinnigen, welcher im Jahre 1820 im Juliuspitale starb, und vor 20 Jahren daselbst trepanirt wurde, und zwar 2mal, in einem Zwischenraume von 4 Tagen, an derselben Gegend, nämlich in der oberen mittleren Gegend des Stirnbeins, in der Entfernung eines halben Zolles vom Kranzrande wo dieser an den Pfeilrand gränzet. Die noch übrig gebliebene Oeffnung 20 Jahre nach der Operation hat gegen 1 Zoll in der Länge, und gegen 4 Linien in der Breite.

Es ist auffallend wie langsam, und nach anderen Beobachtungen öfters gar nicht, sich die bei Anwendung von Trepankronen runden Oeffnungen in Schädelknochen schliessen, während nach Beobachtungen Brüche an Schädelknochen, wie ich ebenfalls in der sehr reichen und belehrenden pathologisch-osteologischen Sammlung in Würzburg sah, sich schneller durch Callus vereinigen, eben so nach Beobachtungen Lücken in Schädelknochen mit Substanzverlust, wobei ungleiche winklichte Bruchstücke verloren gingen, sich in kürzerer Zeit schliessen, und ich möchte daher die Behauptung aufstellen, daß die durch Trepankronen hervorgebrachten runden Oeffnungen in Schädelknochen für Schliessung mehr indifferent sind, und daß sich bei Anwendung der weiter oben schon genannten Ketten- säge von Heine, wodurch man Knochenstücke von allen Formen in Winkeln hinwegnehmen kann, Schliessung der Lücke in kürzerer Zeit erwarten läßt.

Leichter ersetzt sich Substanzverlust an Kopfknochen, wenn nur eine, die innere oder äussere La-

melle verloren gieng. Doch fehlet es nicht an Beobachtungen, daß auch gänzlich verlorne Theile an Kopfknochen ersetzt wurden. Es gehören hieher die Beobachtungen von

Tenon *Memoir de l'academie des scienc* 1758.

Larrey *Journal complimen. du dict. des scienc. medic.* T. 8.

Cullerier *Annuaire med. chir. des hospiteaux civils de Paris* V. I.

Cruveilhier *Essai sur l'atan. path. etc.* Paris 1816 T. I.

Russel *Transactions of the med. chir. Society of Edinburgh* 1821.

Meding *de regeneratione ossium per experimenta illustrata.* Lipsiae 1825. c. tab. aen. beschreibt den Hergang des Wiedersatzes von Schädelknochen auf folgende Art:

Bei Wiedersatze an einem Stirnbeine nach Necrose bildete sich von den Rändern her für den verlorne Theil dieses Knochens eine Haut, die sich mit der harten Hirnhaut durch Zellgewebe und Blutgefäße verband, in welcher sich mehrere grössere und kleinere Knochenkerne entwickelten. Die Vollendung dieses Bildungsprozesses wurde durch den Tod der Patientin in Folge einer Vereiterung des vorderen Hirnlappens unterbrochen. In einem anderen Falle beobachtete er in einer Trepanationsöffnung nicht allein von dem Knochenrande aus Bildung von Knochensubstanz, sondern auch einen sich frei in der Mitte bildenden Knochenkern, der von der harten Hirnhaut her sich bildete. Da die äussere Oberfläche der harten Hirnhaut sich zu den Schädelknochen wie Beinhaut verhält, so kann ihre Schonung und Erhaltung bei Substanzverlust an Schädelknochen zur Regeneration neuer Knochensubstanz viel beitragen.

3. Wiedererzeugung von Knochensubstanz nach Zerstörung durch Knochengeschwüre.

So wie in den Weichgebilden, so entsteht auch an den Knochen durch Entzündung aus verschiedenen Ursachen Eiterung und Geschwüre. Das Knochengeschwür ist Eiterung an den Knochen, welche meistentheils mit Zerstörung von Knochensubstanz verbunden ist, und wird mit dem Namen Knochenfraß, Beinfäule, Caries, bezeichnet. Allein es kann auch an Knochen, wie an Weichgebilden kürzere oder längere Zeit Eiterabsonderung Statt finden, ohne daß die Substanz derselben angegriffen oder zerstört wird, und eine solche einfache Eiterung an Knochen ist vom Knochengeschwüre wohl zu unterscheiden. Eine solche einfache Eiterabsonderung findet am häufigsten Statt bei complicirten Knochenbrüchen, bei Knochenwunden, wobei, wie von den benachbarten Weichgebilden, auch von bloß liegender Beinhaut und selbst Knochenfläche Eiter abgesondert wird. Eine solche Eiterung, die nur nach Verwundungen, nach Verletzungen an Knochen durch äußere gewaltsame Einflüsse entsteht, ist gewöhnlich gutartig. Bald erheben sich unter der eiternden Fläche der Beinhaut, oder von der entblößten und eiternden Knochenfläche Fleischwärzchen, durch deren fortschreitende Entwicklung die Eiterung beschränkt und aufgehoben wird.

Eine Ausnahme von dieser in kürzerer oder längerer Zeit erfolgenden Heilung der Eiterung macht die durch Verletzung, Verwundung in mehr spongösen Knochen, in den Gelenkenden der langen Knochen und in spongiösen dicken Knochen eintretende Eiterung. Der hohe Grad von Entzündung der nach Verletzungen in solchen Gefätsreichern, spongiösen Knochen eintritt, bringt leicht eine heftigere und mehr zerstörende Eiterung hervor, wobei die Heilkraft der Natur oft un-

terliegt. Daher gehören Gelenkwunden zu den gefährlichsten und schwer heilbaren, und gehen meistentheils in Caries über. Tritt diese nicht ein, so wird nach einem geringen Grade von Eiterung die Wundfläche solcher spongiöser Knochen von membranartigen Callus überzogen, und es erfolgt von diesem aus, mit Beschränkung und Aufhebung der Eiterung selbst die Regeneration von Substanzverlust an solchen Knochen, es füllen sich selbst größere Höhlen in Knochen, die durch zerstörenden Beinfraß gebildet wurden: durch Callus allmählig aus, und der Knochen erhält seine vorherige Consolidation wieder. Am meisten vermag die Heilkraft der Heilkraft der Natur zur Heilung von Caries, die durch äußere Ursachen hervorgebracht wurde, in einem sonst gut constituirten Körper, in noch jugendlichem und Mannesalter.

Allein auch aus innern Ursachen entsteht Entzündung und Eiterung in den Knochen. Diese Ursachen sind die bekannten Discrasien, als die scrophulöse, syphilitische, arthritische rhachitische, carcinomatöse. Entsteht aus diesen Ursachen spontan Entzündung und Eiterung in den Knochen, oder üben dieselben, nach äußeren Einwirkungen und Verletzungen von Knochen auf die dadurch entstehende Entzündung und Eiterung diesen Einfluß aus, so entsteht Caries, gegen welche die Heilkraft der Natur weniger vermag. Diese Cachexien vernichten die reproductive Thätigkeit in den Knochen; Statt zur Gestaltung eines natürlichen Bildungstoffes, welcher der Natur des Knochens entspräche, kommt es hier nur zur Absonderung von Jauche, oder zur Entstehung von Pseudoprodukten, die der Natur der einwirkenden und hier bildend gewordenen Cachexie entsprechen.

Nur nach Heilung der hier zu Grunde liegenden Krankheiten, durch gründliche ärztliche Behandlung und Besiegung der Cachexie, und nach Beschrän-

kung und Entfernung aller Einflüsse derselben, wobei der Chirurg in solchen ihm zukommenden Fällen seine Heilkunst nur durch ihm zugleich eigene, gründliche, ärztliche Kenntnisse bewähren kann, kann die natürliche Thätigkeit der Knochen wieder zu jenem Grade ihrer eigenen Lebensthätigkeit erhoben werden, wodurch der krankhafte zerstörende Eiterungsprozeß besiegt wird, und an seine Stelle Callusbildung eintritt, wodurch das Zerstörte wieder ersetzt, oder der weitem Zerstörung eine Gränze gesetzt wird.

Am meisten vermag wohl die ärztliche Kunst gegen die syphilitische Diskrasie. Ist durch zweckmäßige Behandlung die Krankheit gehoben, so heilen auch ohne besondere Behandlung die Knochengeschwüre, wenn solche auch gleich in Folge der Lues confirmata und degenerata eine große Ausdehnung und Zerstörung an den Knochen erreicht haben. Bei eintretenden natürlichen Stoffwechsel verschwinden auch zahlreichere und größere Exostosen, oder sie nehmen eine der Conformation des Knochens, an welchen sie ihren Sitz haben, entsprechende Textur an, bleiben unschädlich, und verlieren ihre Tendenz in Entzündung und Eiterung überzugehen. Ganz eigenthümlich ist in der Heilung syphilitischer Knochengeschwüre die Aehnlichkeit mit Vernarbung an Weichgebilden, wie ich an mehreren Präparaten, besonders an glatten Schädelknochen in der anatomischen Anstalt zu Würzburg sah. Die durch Eiterung zerstörte Knochensubstanz ersetzt sich nicht so vollkommen durch Callus, der die Lücken ausfüllte, oder gar als wuchernd erschien, wie bei Caries aus anderen Ursachen. Ist die Syphilis geheilt, so überziehen sich die durch Caries zerstörten Knochenstellen mit Rindensubstanz, die sich von den Rändern des Knochengeschwüres her bildet, und allmählig die ganze Fläche derselben überkleidet, der Knochen erhält dabei, da die durch Caries entstandenen Vertiefungen und Lücken nicht

durch Callus ausgefüllt werden, eine ungleichförmige, narbige Oberfläche.

Selbst an mehr spongiösen Knochen, z. B. bei Zerstörung der Nasenmuscheln, des Gaumes, eines gröfseren oder kleineren Theils des Keilbeins, des Riechbeins nach Nasen- und Rachengeschwüre heilen die zerstörten Knochenränder nach Art von Vernarbung, ohne Ersatz der verlorren Substanz durch Callusbildung. Die äufseren Lamellen der Knochen, zwischen welchen sich Diploe befindet, nähern sich einander, bilden einen stumpfen Rand, und überziehen die vorher freiliegende Diploë. Sowohl solche neue Knochenränder als Flächen werden von Beinhaut überzogen, mit welcher die anliegenden Weichgebilde in innigen Zusammenhang treten, oder da, wo solche mit dem Knochen zerstört waren, wird die Beinhaut mit neugebildeten Zellstoff überzogen, welchen durch Fortwachsen in inneren Höhlen, die mit Schleimhaut ausgekleidet sind, diese, in äufseren Gegenden, die äufsere Haut überkleidet.

Weniger vermag die Heilkraft der Natur und die Kunst zur Heilung scrophulöser Knochengeschwüre. Sind solche Knochengeschwüre an Knochen nur oberflächlich, oder nur durch Fortpflanzung von Geschwüren benachbarter drüsiger und anderer Weichgebilde auf Knochen entstanden, so läfst sich mit der Heilung des scrophulösen Habitus und der Geschwüre der benachbarten Weichgebilde auch Heilung des Knochengeschwüres erwarten.

Die Wiedererzeugungskraft bei solchen Knochengeschwüren ist unverkennbar schon daraus zu erkennen, dafs schon während der scrophulösen Eiterung und Zerstörung an Knochen zugleich Callusbildung Statt findet. Durch Ablagerung von neuer Knochenmasse in der Nähe des Geschwüres wird der scrophulöse Knochen in seiner ganzen Masse dicker, hypertrophisch; oder es bildet sich stellenweise in der Nähe des Ge-

schwüres Callus luxurians. Allein so lange bei dieser heilkräftigen Tendenz der Natur noch die krankhafte scrophulöse Thätigkeit vorherrschet, tritt doch keine Heilung ein. Sobald dagegen, wenn gleich oft erst nach langer Zeit, diese krankhafte Thätigkeit erlischt, erfolgt auch Heilung und Wiederersatz der durch Scrophelgeschwür zerstörten Knochensubstanz. Die chirurgische Kunsthülfe hat wohl zu berücksichtigen, daß unter den angegebenen Bedingungen oft nach langer Zeit noch Heilung scrophulöser Knochengeschwüre erfolgen kann, und Amputationen so lange als möglich ist, zu verschieben.

Ich beobachtete eine Caries im rechten Fersenbeine eines Jünglings von 15 Jahren, der seit 5 Jahren an scrophulösen Geschwüren in der Gegend der Unterkieferdrüse der linken Seite und am linken Fusse gelitten hatte. Seit 3 Jahren waren die Geschwüre am Halse geheilet, eben so die Fußgeschwüre bis auf eine kleine Fistelöffnung, die mit dem Fersenbeine in Verbindung stand. Nach der langen Dauer dieses fistulösen Knochengeschwüres glaubte man, daß das Fersenbein schon sehr zerstört sey, und vergebens Heilung erwartet würde, und amputirte den Fuß. Bei Untersuchung des amputirten Fußes fand es sich, daß im Fersenbeine nur noch eine kleine Höhle vorhanden war, daß die früher viel größere Höhle durch fibröse Masse ausgefüllt wurde; im Innern dieser Höhle befand sich ein kleines durch die frühere Caries losgetrenntes Knochenstückchen ganz frei. Es liefs sich annehmen, daß diefs noch würde resorbirt worden seyn, und daß in kürzerer Zeit, nach der im Ganzen guten Beschaffenheit, auch die noch übrige kleine Höhle sich würde geschlossen haben.

Anders verhält es sich bei Zerstörung von Gelenken in Folge scrophulöser Eiterung. Selten kommt es hier zur Heilung, und wenn auch diese durch Natur

und Kunst gelingt, so bleiben die zerstörten Knochenenden im atrophischen Zustande verkürzt, so in der *Coxalgia scrophulosa* auch nach bester Heilung, und auf gleiche Weise an anderen Gelenkenden.

Die bösartigste scrophulöse Caries, wobei sich von der Heilkraft der Natur keine Heilung erwarten läßt, ist der Winddorn, die *Spina ventosa*, *Paedarthrocace*, deren Wesen in Entzündung und zerstörender Eiterung im Innern eines Knochens, in der Markhöhle, und dem benachbarten spongiösem Gewebe von langen Röhrenknochen, im Innern der spongiösen Gelenkenden langer, oder im inneren spongiösen Gewebe kurzer Knochen.

Bei innerer Zerstörung und meistens nekrotischer Abstossung grösserer und kleiner innerer Theile von Knochen zeigt sich zwar die wiedererzeugende Thätigkeit der Natur dadurch, daß der äussere Umfang solcher Knochen anschwillt, daß in demselben mehr Knochenmassa abgesetzt wird, wodurch sich die äussere Rindensubstanz des Knochens sehr verdickt, oder an derselben äusserlich in Form von spitzen Dornen, oder in blätterigen oder crystallinischen Gefüge die Wiederzeugungsthätigkeit sich kund giebt, und äusserlich zu ersetzen sucht, was innerlich durch Eiterung zerstört wird. Allein die Eiterung ist bei dieser äusseren Wiederzeugungsthätigkeit meistens so langwierig, so erschöpfend, die innerlich abgestorbenen Knochenstücke sind meistens so verborgen, daß die Ausstossung durch Naturthätigkeit oder die Herausnahme durch Kunst sehr schwer oder unmöglich ist, und der Kranke der langwierigen und erschöpfenden Eiterung unterliegt, wenn man hier die Heilkraft der Natur abwarten, und dem Tode nicht durch Entfernung des Gliedes, durch Amputation, vorbeugen will.

Caries an Subjecten von arthritischer Körperconstitution ist meistens von bösartiger Beschaffenheit. Es gehört zwar zum Character der Ar-

thritis, daß sie zur Production von Knochenmaterie, zur Verknöckerung verschiedener Organe sehr geneigt ist. Allein tritt bei Arthritischen durch Verletzung, oder spontan in Knochen, in Folge von Entzündung, Eiterung ein, so wird die arthritische Diskrasie im Eiterungsprocesse so vorherrschend, daß sie allen Heilmitteln widersteht. Bei zerstörender Eiterung auf einer Seite zeigt sich anderen Seits die heilkräftige Tendenz der Natur durch Hervorbringung von Callus im Umfange der durch Eiterung zerstörten Knochentheile, die gewöhnlich vom Callus luxurians umgeben sind; wobei aber die zerstörende Knocheneiterung meistens fort dauert. Kömmt es auch in seltneren Fällen zum Stillstande der Eiterung, und zur Heilung, so hat auch diese häufig üble Folgen. Denn die arthritische Entzündung und Eiterung der Knochen hat meistens an den Gelenkenden ihren Sitz, daher folget der nachlassenden Eiterung meistens eine luxuirende Callusbildung, welche die Gelenkende mit einander verschmelzt, und Anchylosis zur Folge hat.

Noch weniger ist bei rhachitischen Subjekten Wiederersatz durch Eiterung zerstörter Knochen substanz zu erwarten. Es gehört zum Charakter der Rhachitis, daß bei ihr gerade der Hauptbestandtheil der Knochen, die phosphorsaure Kalkerde mehr oder weniger fehlt. Daher auch hier keine Knochen substanz zum Wiedersatze erzeugt wird. Tritt auch solche Zerstörung an Knochen bei rhachitischen Subjekten erst in einer späteren Lebensperiode ein, wo sich die frühere Weichheit der Knochen schon verloren, und in dieselben mehr phosphorsaure Kalkerde abgesetzt hat, so bleibt die frühere gallertige Beschaffenheit auch hier in der Regenerations-Thätigkeit die vorherrschende. Kömmt es auch in selteneren Fällen zur Heilung der Caries, so wird an der Stelle der zerstörten Knochentheile nur eine gallertige faserige Substanz erzeugt. Entsteht

solche Zerstörung in der Continuität von langen Knochen, z. B. nach Brüchen, so entstehen bei Heilung von solchen widernatürliche Gelenke.

Die cachectische carcinomatöse Eiterung, oder scirrhöse carcinomatöse Entartung von Knochen ist die bösartigste. So wie der wahre Krebs in Weichgebilden, ein zerstörendes Uebel ist, das jedem Heilmittel widersteht, und wobei die Heilkraft der Natur unterliegt, und nur durch das chirurgische Messer entfernt werden kann, aber immer wieder an anderen Stellen ausbricht, wenn das Uebel einmal in der ganzen körperlichen Beschaffenheit liegt, im Körper zu tiefe und ausgebreitete Wurzeln geschlagen hat, so gehört auch der Knochenkrebs zu den bösartigsten Knochenkrankheiten. Das Osteosteatom, der Markschwamm, der Blutschwamm der Knochen, zu welchen beiden letzteren Arten auch der sogenannte Fungus durae matris gehöret, sind nur ihrer Genesis und ihren Charakteren nach verschieden, so lange sie noch in ihrer Entwicklung begriffen sind; öfters kommen sogar gleichzeitig mehrere von diesen Formen neben einander oder mehr mit einander verschmolzen, wie in Weichgebilden, auch in einer und derselben Knochengeschwulst vor. Ich zergliederte und untersuchte genau solche Geschwülste an den Knochen des Vorderarms, des Oberschenkels, des Kniegelenkes, und fand bei enormer Anschwellung dieser Knochen im Innern der Geschwulst Stellen, die alle Eigenschaften eines Blutschwammes und gleich neben diesen andere, welche die Beschaffenheit von Markschwämmen hatten. Ein großer Theil solcher Knochengeschwülste hatte die Härte eines Osteo-sarcoms und steotoms, bestund inzwischen noch aus weißem, harten Faser- und selbst Knochengewebe. Andere solche Knochengeschwülste fand ich in ihrer Textur einfacher, nur mehr einem oder dem anderen der oben angegebenen Gebilde ent-

sprechend. Gehen solche Geschwülste einer oder der anderen oder gemischter Natur in Eiterung über, so wird diese zerstörend und unheilbar, wie das Krebsgeschwür in Weichgebilden. Zwar zeigt sich noch die heilkräftige Tendenz der Natur durch Production von Knochensubstanz in verschiedener Form neben der eiterigen carcinomatösen Zerstörung in solchen Knochengeschwülsten. In vielen findet man stellenweise Ablagerung von phosphorsaurer Kalkerde, in anderen entsteht an der Gränze des durch Eiterung zerstörten Knochens eine ungleichförmige luxurirende Callusbildung. Diese erscheint bisweilen in Form von mannigfaltig gestalteten Zacken und Spitzen, in strahlen- oder nadelförmiger crystallinischer Ausstrahlung. In anderen Fällen bilden sich in größerem oder geringerem Umfange über das Ganze oder einzelne Theile solcher Geschwülste Knochenlamellen in Form einfacher oder zelliger Kapseln. Diese verschiedenen Formen von Knochenbildung an solchen Knochengeschwülsten fand ich in der reichen pathologischen osteologischen Sammlung an der anatomischen Anstalt zu Würzburg.

Allein die heilkräftige Tendenz der Natur erreicht durch solche Knochenbildung ihren Zweck nicht, die carcinomatöse Wucherung greift dabei immer weiter um sich, und zerstöret selbst solche neugebildete Knochenmasse wieder. Die vorzüglichsten Schriften über Eiterung an Knochen, die ich zu meiner Darstellung berücksichtigte, ohne den Context durch öftere Hinweisung darauf zu unterbrechen, sind:

Levret, sur la carie. Paris 1805.

Walter, de carie. Helmst. 1817.

Wehmeyer, de ossium carie. Rostock 1826.

Wifsmann, observationes de rite cognoscendis et curandis nudatione, carie et necrosi ossium. Halae 1820.

Eck, de carie articulorum externa cum interna comparata. Berol. 1818. c. tab. aen.

Gruner, historia osteosteatomatis feliciter curati. Jenae 1781.

Pech, osteosarcoma, ejusque speciei insignis descriptio. Wirceb. 1819.

Dietel, de osteosteomate. Lipsiae 1822, cum Tab. aen. III.

Weidmann, de steatomatibus. Moguntiacy 1817.

Kölsch, ein Fall von Knochenkrebs. Würzb. 1826.

Ebermaier, über den Schwamm der Schädelknochen. Düsseldorf 1829.

Chelius, Max. Jos., von den schwammigen Auswüchsen der harten Hirnhaut und der Schädelknochen. Heidelberg 1831.

Wiedererzeugung und Heilung an Knochen nach Substanzverlust durch Knochenbrand.

Der Brand der Knochen ist örtlicher Tod, Absterben eines kleineren oder größeren Theiles, oder selbst eines ganzen Knochens, wobei in dem abgestorbenen Knochentheile Ernährung, Stoffwechsel und alle Lebensthätigkeit aufhört, während diese in den benachbarten Knochentheilen und Weichgebilden fort dauern.

Der abgestorbene mehr oder weniger vom übrigen Knochen, dem er angehörte und in dessen Innern befindliche Theil heist Sequester. Die den Sequester enthaltende Höhle Cloake, und die von dieser aus den Knochen durchbohrenden Oeffnungen, von welchem aus auch durch die benachbarten Weichgebilde sich fistulöse Gänge zum Ausfluß von Eiter bahnen, werden Cloakenöffnungen genannt.

Mehr von der äusseren Oberfläche oder vom Durchschnits- oder Bruchende eines Knochens nekrotisch getrennte Theile werden exfolirte necrotische Knochenstücke, von anderen jedoch ebenfalls Sequester genannt.

Was immer von Weichgebilden dem Brande unterliegt, fällt entweder der Fäulniß, dem Chemismus anheim, wird aufgelöst, verflüssiget, welcher Zustand als nasser oder feuchter Brand, *Gangraena humida* bezeichnet wird, oder vertrocknet, schrumpfet Mumienartig ein, wird schwarz, verkohlet, welchen Zustand man trockenen Brand, *Gangraena sicca* nennt. Weichgebilde, die in die eine oder die andere Art dieses brandigen toden Zustandes übergegangen sind, werden durchaus nicht wieder ersetzt. An Knochen dagegen ist die Heilkraft der Natur sehr groß, sie ersetzt nicht allein einzelne größere und kleinere Portionen einzelner durch Brand zu Grunde gegangener Knochen, sondern vermag selbst fast ganze Knochen durch neue Knochensubstanz zu ersetzen. In der anatomischen Sammlung zu Würzburg, sah ich einen großen Theils neu erzeugten Unterkiefer von einem Erwachsenen, der als Knabe diesen Knochen durch *Necrosis* beinahe ganz verloren hatte.

Du verney, *Maladies des os*.

Bonn, *Thesaurus ossium morbosorum*.

Desault, auserlesene chirurgische Wahrnehmungen, B. 4, führen ähnliche Beobachtungen an.

Verschieden ist der Hergang der Wiedererzeugung neuer Knochensubstanz nach Verschiedenheit der Ursachen des Knochenbrandes, nach Verschiedenheit der afficirten Knochen selbst, dem Sitze und der Ausdehnung des Brandes an denselben, und nach Constitution des Subjectes. So verschieden auch die Ursachen des Brandes an den Knochen sind, so ist doch die häufigste Art desselben an den Knochen der trockene Brand. Die Knochen als die starresten Gebilde des menschlichen Körpers, die durch ihren alle andere Bestandtheile überwiegenden Gehalt von Kalkerde, die Kalkformation des Erdkörpers im Thierischen darstellen, sind der Auflösung, Verflüssigung weniger unterworfen, als die Weich-

gebilde, und verrharren bei partieller Absterbung, Nekrosirung, als harte tode Theile, von allen ernährendem Zusammenhange mit Blutgefäßen getrennt, und mit Aufhören alles Stoffwechsels in denselben durch die gleichzeitig aufgehobene Verbindung mit Saugadern. Der abgestorbene nekrotische Knochen verharret lange Zeit unaufgelöst an seiner Stelle. Selbst oberflächliche Exfoliationen, selbst dünne oberflächlich von Knochen abgestoßene nekrotische Knochenlamellen werden nicht leicht aufgelöst, und bleiben länger als fremde tode Körper an ihrer Stelle.

Allein, so wie auch der Kalk selbst in der härtesten Form in der äusseren Natur manchen Zersetzungen und Auflösungen unterworfen ist, vorzüglich wenn Säuren, Wasser und andere Elemente auf ihn einwirken, so bleibt auch der nekrotische Knochen nicht unverändert, wenn auf ihn krankhafte in seiner Umgebung abgesonderte Flüssigkeiten, Serum, Eiter, Brandjauche benachbarter Weichgebilde, Luft u. s. w. einwirken, oder wenn ein oder der andere Theil brandiger Knochen auch noch in geringster Verbindung mit Saugadergefäßen bleibt, während die ernährenden Blutgefäße bereits abgestorben sind.

Das brandige Knochenstück wird durch solche Einflüsse mehr oder weniger corrodiret, theilweise aufgelöst, und erscheint demnach an der Gegend solcher Einwirkungen ungleichförmig, mehr oder weniger zerfressen, rauh, zackig, höckerig, es verliert dabei mehr oder weniger an Umfange und Masse. Oefters ist wohl solche Zerstörung an Knochentheilen noch vor ihrem Absterben durch vorausgegangene Eiterung an denselben entstanden. Allein auch der bereits schon abgestorbene Knochen kann durch oben angegebene Einflüsse noch angegriffen und zum Theil zerstört werden.

Ich kann daher der Behauptung Richters *) in seiner sonst vortrefflichen Abhandlung über die Necrose, daß der Kalk bei der Necrose nicht zersetzt, sondern wie ein Fossil ausgestossen wurde, und daß daher der Knochenbrand immer ein trockner sey, nicht beipflichten.

Ich hatte Gelegenheit eine große Zahl nekrotischer Knochen in anatomisch-pathologischen Sammlungen, und mehrere von Knochen im frischen Zustande zu sehen. Sehr viele waren an einer oder der andern Fläche, an einem oder dem anderen Ende mehr oder weniger corrodiret, porös, zackig, und die Zerstörung war eingreifender, weiter ausgedehnet als dieß früher durch die Eiterung an der Gränze zwischem dem nekrotischen und noch gesundem Theile des Knochens noch vor der gänzlichen Trennung des nekrotischen Theiles geschehen seyn konnte; so daß sich annehmen läßt, daß auch das schon ganz getrennte Knochenstück durch länger noch fortdauernde Einwirkung von Eiter und Brandjauche noch weiter aufgelöst werde. Weidmann und andere führen Beispiele an, daß getrennte abgestorbene Knochenstücke noch weiter zerstört werden können.

Ich hatte Gelegenheit eine Necrose am rechten Fersenbeine eines 14jährigen Schneiderlehrlingen zu beobachten. An der innern Seite des Fusses war ein fistulöses Geschwür, welches durch eine seitliche Kloakenöffnung des Fersenbeins in das innere dieses Knochens führte. Nach deutlichem Gefühle durch die Sonde enthielt die innere Höhle dieses Knochens einen Sequester, der sich mittelst Sondirens durch die sehr enge Kloakenöffnung beweglich zeigte, und ziemlich groß zu seyn schien. Nach $\frac{3}{4}$ Jahren, durch welche der Kranke viele Schmerzen zu ertragen hatte, und da

*) In Gräfe u. Walthers Journal für Chirurgie. B. 7. St. 3 u. 4. B. 8. St. 1 bis 4.

bei Anwendung aller Mittel, das Uebel sich nicht besserte, wurde am unteren Drittheile des Unterschenkels die Amputation gemacht. Allein bei Untersuchung des Fusses zeigte sich folgendes: Die Höhle im Inneren des Fersenbeines war sehr klein und nach ihrer ganzen inneren Oberfläche glatt und von dichter faseriger Substanz ausgekleidet. Aus der Quantität und dicken Schichte dieser neuerzeugten faserigen Substanz liefs sich schliessen, dals diese Höhle früher viel gröfser gewesen seyn mufs. Der in dieser Höhle ganz frei liegende Sequester hatte die Gröfse einer Bohne, bestand rein aus spongiösen Gewebe, aus welchen alles Knochenmark bereits eingesogen war, hatte ganz das Ansehen eines macerirten Stückes spongiösen Knochengewebes, und war nicht missfärbig. Dafs dieser Sequester früher viel gröfser war, wurde durch die Sonde gefühlet, auch liefs sich diefs aus der viel gröfseren bereits durch Fasersubstanz ausgefüllten Knochenhöhle schliessen. Da dieser Sequester rein aus spongiösen Gewebe bestund und bereits schon grofsen Theils aufgezehrt war, so hätte sich in diesem Falle bei fortschreitender Verkleinerung der Knochenhöhle durch Ausfüllung mit Fasergewebe erwarten lassen, dals auch der noch übrige kleine Rest des Sequesters, der nur noch aus den zarten Fasern und Blättchen spongiösen Gewebes bestund, vollends würde resorbirt worden seyn.

Bei vergleichender Betrachtung einer grofsen Zahl von nekrotischen Knochen in anatomischen Sammlungen und frischer aus Kloaken herausgenommener Sequester und oberflächlich exfolirter Knochenstücke fand ich, dals viele solcher nekrotischer Knochenstücke gröfsten Theils nur aus Rindensubstanz bestunden, und nur äusserst wenig oder gar keine Medullar-Substanz mehr enthielten. Bei Necrosen an spongiösen Knochen, an spongiösen Gelenkenden von langen Röhrenknochen fand ich öfters grofse Cloaken, und geräumige leere Höhlen im

Innern derselben. Es ist daher wohl anzunehmen, daß das spongiöse Knochengewebe in Folge des Brandes ebenfalls der Auflösung, Verflüssigung unterworfen ist, daß somit theilweise an den Knochen, wie an Weichgebilden nasser Brand Statt finde, und der Knochenbrand nicht durchaus nur trockener sey; kann auch der Knochenbrand nicht im allgemeinen in den trocknen und nassen eingetheilt werden, so ist doch mit dem trocknen Brande der Rindensubstanz häufig nasser Brand Auflösung, Verflüssigung des 'derselben zunächst befindlichen spongiösen Gewebes verbunden.

Eintheilung des Knochenbrandes nach dem Sitze.

Im Allgemeinen ohne Rücksicht auf einzelne Arten von Knochen theilt man den Knochenbrand:

- 1) in den innern,
- 2) in den äußeren und
- 3) in den gänzlichen ein.

Verschieden verhalten sich diese 3 Arten des Brandes an langen spongiösen und an platten Knochen. Ich betrachte daher die Eigenthümlichkeiten dieser 3 Arten des Brandes nach den 3 Hauptarten der Knochen.

1) An den langen oder Röhrenknochen. Innerer Brand.

An Röhrenknochen erstreckt sich der innere Brand entweder nur auf das Knochenmark und auf die dasselbe zunächst umgebende Knochenrinde und die Brandjauche bahnt sich früher oder später durch den Knochen einen Weg nach aussen, oder man trifft ohne solchen Ausweg nach dem Tode das Knochenmark in eine faule gangränöse Flüssigkeit aufgelöset. Zweymal beobachtete ich eine solche gangränöse Auflösung des Knochenmarkes in der Markhöhle des Schienbeins, und einmal in der des Oberschenkelknochens an Soldaten, die an Brüchen

dieser Knochen in einem Militairspitale und einem da herrschenden Hospitaltyphus unterlagen. Eben so sah ich in der anatomisch - pathologischen Sammlung zu Würzburg ein Schienbein, an welchem nur die innere Markhöhle ohne Daseyn eines Sequesters brandig zerstört war.

Dieser innere Brand, der mehr vom Knochenmarke ausgeht, und wobei nur die innerste Schichte von Röhrenknochen afficirt ist, ist immer feuchter Brand.

Die gewöhnliche Art des innern Brandes in langen Knochen ist das Absterben einer dünnern oder dickern Schichte des Knochens von der Markhöhle aus nach dem ganzen Umfange, oder nach dem grössten Theile desselben, wobei noch die äussere Knochenschichte in ihrer Integrität bleibt. Mit dieser Art des innern Knochenbrandes ist immer Eiterung verbunden, die an der Gränze zwischen der inneren abgestorbenen und äusseren guten Knochenschicht ihren Sitz hat. Dabei trennet sich allmählig der innere abgestorbene Theil, wird Sequester. Bisweilen bleibt jedoch ein solcher Sequester an einem oder dem anderen kleine Theile mit der äusseren gesunden Knochenschichte noch längere Zeit im Zusammenhange, was die Trennung und Ausscheidung des Sequesters sehr verzögert, erschweret und öfters unmöglich macht.

Der äussere Brand am Röhrenknochen.

Bei Necrosis externa oder superficialis stirbt im äusseren Umfange eines Röhrenknochens ein dickerer oder dünnerer, grösserer oder kleinerer Theil der äusseren Rindensubstanz ab. Selten erstreckt sich diese äussere Necrose auf den ganzen Umfang eines Knochens. Die abgestorbenen, abgestossenen Knochentheile sind hier die Sequester, werden aber gewöhnlich Exfoliationen, exfolirte äussere Knochenrinden genannt. Gewöhnlich geht solchen Exfoliationen Eiterung zwischen ihrer

unteren und der Fläche des Knochens, von welcher sie sich trennen, vorher. An ihrer äusseren Oberfläche sind solche exfolirte Knochenlamellen gewöhnlich weifs, glatt, ihrer ernährenden Gefäße und der Beinhaut beraubt. An ihrer inneren oder unteren Seite sind sie rauh, zerfressen, milsfärbig.

Gänzliche Necrose an Röhrenknochen.

Unter gänzlicher Necrose ist das Absterben eines ganzen Mittelstückes, oder eines kürzeren oder längeren Theiles desselben nach dem ganzen Umfange und Durchmesser des Knochens zu verstehen. Das gänzliche Absterben langer Röhrenknochen, das sich nicht allein auf ihr Mittelstück, sondern auch auf seine beiden Gelenkenden erstreckte, ist an langen Röhrenknochen selten, und kömmt nur an kürzeren Röhrenknochen der Mittelhand- und Mittelfußknochen, und der Finger- und Zehenglieder öfters vor. Da ich die Necrose vorzüglich in Beziehung auf Regeneration betrachte, bei solchen gänzlichen Absterben von Röhrenknochen nie eine Regeneration Statt findet, so verstehe ich unter gänzlicher Necrose das Absterben aller Theile, der äusseren Rinden, der mittleren und der innern Marksubstanz eines kürzern oder längern Theils eines Mittelstückes, oder des ganzen Mittelstücks.

Diese gänzliche Necrose kömmt öfters in der Continuität von Röhrenknochen, oder nach Amputationen derselben, an einem kürzeren oder längerem Theile des Amputations-Stumpfes vor. In beiden Fällen ist die Gränzlinie, welche die Natur zwischen den noch gesunden und abgestorbenen Theilen des Knochens zieht, ungleich, zackigt, und der Knochenbrand erstreckt sich gewöhnlich weiter, höher an der mittleren und Marksubstanz, als an der äusseren Rindensubstanz. Dieß ist besonders an amputirten Knochenstümpfen der Fall, während nur ein kurzer Theil eines solchen

Stumpfes an der äusseren Rindensubstanz als brandig abgegränzt erscheint, erstreckt sich der Brand der mittleren und inneren Marksubstanz des Stempfes viel weiter, höher in den Knochen hinauf. Daher ist auch an solchen Stümpfen die Exfoliation nicht zu erwarten, und es ist an solchen Knochenstümpfen, deren Necrosirung zu fürchten ist, frühzeitig die Resection zu machen. Ich sah mehrere solche Exfoliationen an den Endigungen von amputirten Röhrenknochen, und es ist an ihnen der necrotische Charakter und die Abgränzung sehr deutlich.

Brand an den kurzen, dicken, spongiösen Knochen.

Sie bestehen meistens aus sehr gefäfsreichen spongiösen Markgewebe, und sind nach Entzündung und anderen schädlichen Einflüssen häufig der Eiterung, selten dem Brande unterworfen: wo solcher erfolgt, läfst er sich nicht genau, wie an den Röhrenknochen, in inneren und äusseren abtheilen, da die äussere Rinde sehr dünn ist, und mit ihr auch inneres spongiöses Gewebe abstirbt. Doch kann an gröfseren spongiösen Knochen innerer Brand vorkommen.

Es kann durch Eiterung ein Theil des inneren spongiösen Gewebes getrennet werden, absterben, wie ich oben bei Caries ein Beispiel am Fersenbeine anführte. Auch ganze kurze Knochen können necrosiren, häufig Hand-Fufswurzelknochen z. B. bei Gangraena senilis, nach Erfrierungen. Auch für kurze Knochen, die gänzlich abgestorben sind, findet kein Wiedersatz durch Knochensubstanz statt, doch kann der Verlust eines oder des anderen kleinen Knochens in der Hand, in der Fufswurzel durch Fasergewebe ersetzt werden.

Brand an breiten platten Knochen.

Der Sitz der Necrose ist hier entweder oberflächlich an der äusseren Knochenrinde und wird äussere, oder an der inneren Knochenrinde, und wird innere Necrose genannt. Die eigentliche innere Necrose, *Necrosis centralis*, die sich nur auf das innere spongiöse Gewebe solcher Knochen beschränkte, ist äusserst selten. Weidmann *) führet jedoch ein Beispiel einer solchen *Necrosis centralis* am Darmbeine an, wo bei Aufgetriebenheit der äusseren und inneren Knochenrinde, zwischen beiden sich eine Höhle bildete, welche einen inneren abgestorbenen Theil des spongiösen Gewebes als Sequester enthielt. Bei dieser Nekrose war nach Weidmann keine Cloake, keine Oeffnung zum Ausflusse vor Eiter gebildet. Diese innere Necrose scheint daher als Seltenheit ein trockener innerer Knochenbrand gewesen zu seyn, wo zwischen dem Sequester und dem umgebenden gesunden Knochen keine Eiterung vorhanden war. Wahrscheinlich fand hier früher Eiterung Statt, und das Eiter wurde resorbirt, weil sich eine solche Abstossung eines Sequesters im spongiösen Gewebe eines platten Knochen so wenig, als in einem kurzen dicken Knochen ohne Eiterung denken läßt. Gänzliche Necrose platter Knochen, die meistens eine grössere Ausdehnung und verschiedene Fortsätze haben, gehört unter die grössten Seltenheiten. Wohl kann aber eine gänzliche Necrose, nach oben bei den langen Knochen aufgestellten engerem Begriffe, wobei sich die Necrose nur auf einen grösseren oder kleineren Theil des Knochens nach seinem ganzen Durchmesser erstreckt, auch an den platten Knochen Statt finden. Am häufigsten unter allen Arten von Necrosen kommt an den platten Knochen die äussere oberflächliche Necrose vor.

*) De necrosi ossium. Francof. ad M. 1793.

Art der Wiedererzeugung neuer Knochensubstanz zum Ersatze durch Necrose verlorner zerstörter Theile an Knochen.

So wie nach Zerstörung von Knochen durch Caries, so ist auch nach Substanzverlust durch Knochenbrand die wiedererzeugende Heilkraft der Natur sehr groß.

Verschieden ist jedoch der Grad und die Art der Wiedererzeugung von Knochensubstanz nach Verschiedenheit der der Necrose zu Grunde liegenden Ursachen, nach der Art der Knochen und nach dem Sitze der Necrose, und der Ausdehnung derselben. Am meisten vermag im Allgemeinen die Heilkraft der Natur zur Regeneration bei jugendlichen lebenskräftigen Subjekten, und im kräftigen Mannsalter, um so mehr, wenn da die Necrose nur Folge äusserer gewaltsamer Einflüsse durch Verwundung, Quetschung u. s. w. war. Im Alter, bei eintretender Decrepitität der organischen Gebilde, ist keine Wiedererzeugung von Knochensubstanz zu erwarten.

Wo die Necrose Folge vorausgegangener Diskrasien ist, oder wo bei, durch äussere Ursachen oder durch Entzündung und Eiterung eingetretener Necrose, der Einfluss von Diskrasie dazu kömmt, wird die heilkräftige Tendenz der Natur zur Wiedererzeugung neuer Knochensubstanz mehr oder weniger beschränkt, oder ganz unterdrückt. Was ich oben bei Caries vom Einflusse von Diskrasien auf Wiederersatz durch Caries zerstörter Knochensubstanz bemerkte, gilt auch mehr oder weniger hier in Beziehung auf Regeneration von Knochensubstanz zum Ersatze necrotisch abgestorbener Theile.

Verschiedene Arten und Hergänge der Erzeugung neuer Knochensubstanz nach Necrosen, und Ursprung derselben von verschiedenen Theilen des Knochens selbst und seiner ihn umgebenden Theile.

Ueber die Art der Wiedererzeugung neuer Knochensubstanz nach Necrose sind die Meinungen verschiedener Beobachter und Schriftsteller sehr getheilt. Die Controversen beruhen vorzüglich darauf, daß man zur Erklärung von neuer Knochenbildung nur einer oder der anderen Art beipflichtete, andere Arten dagegen unbedingt verwarf. Auf verschiedenen Wegen und durch verschiedene Mittel bildet die Natur neue Knochensubstanz. Ich stelle hier die verschiedenen Erfahrungen, Beobachtungen und Ansichten über die Regeneration von Knochen bei Necrosis zusammen, und es wird sich daraus ergeben, daß nach Verschiedenheit der Necrosen auch die Art der Regeneration verschieden ist, und daß sich bald aus diesem bald aus jenem Gebilde, bald aus mehreren zugleich die neue Knochenmasse erzeugt.

Die Necrosis ist öfters selbst als eine heilbare Tendenz der Natur anzusehen. Caries, Spina ventosa, Pseudarthrocace und andere Knochenkrankheiten können öfters nur dadurch gehoben werden, daß größere oder kleinere Theile von Knochen, die von solcher krankhafter Beschaffenheit sind, necrosiren und ausgestossen werden.

Aehnlich wie bei Weichgebilden bildet sich zwischen dem absterbenden, abzustossenden und zwischen dem gesunden Theile des Knochens eine Entzündungslinie, und in Folge derselben gewöhnlich Eiterung, wodurch die Trennung vollendet wird. Am deutlichsten kann man diese Abgränzung an Amputations-Stumpfen von langen Knochen sehen, wenn das Amputationsende

nicht mit Weichtheilen bedeckt, der Luft zu lange ausgesetzt, seiner ernährenden Gefäße beraubt, oder selbst nach zu heftiger Einwirkung der Amputationssäge necrosirt; wobei sich der ganze Umfang der Trennungslinie, obgleich gewöhnlich ungleich, innerlich gegen die Markhöhle höher, als äusserlich in der Rindensubstanz, sehr deutlich zeigt. Bei innerer Necrose fällt die Fläche der Abgränzung zwischen einen dickeren oder dünneren Theil der inneren Markröhre und der äusseren Rindersubstanz. Bei der gänzlichen Necrose fallen, bei langen Knochen, die Gränzlinien zwischen das abgestorbene Mittelstück und den oberen und unteren übrig bleibenden gesunden Theil des Knochens. Bei platten Knochen wird die Gränzlinie am Umfange des abgestorbenen platten Theiles gebildet.

Der abgestorbene Knochensheil muß entweder durch die Natur oder Kunst entfernt werden, wenn er nicht als fremder Körper längere zerstörende Eiterung hervorbringen soll.

Schon während des Absterbens eines Knochentheiles zeigt sich in dem übrigen gesunden Theile des Knochens, oder in der angränzenden Beinhaut, oder in den benachbarten Weichgebilden, oder in mehreren dieser Theile zugleich eine productive Thätigkeit, die nach Entfernung des abgestorbenen Knochens zum vollendeten Produkte wird, öfters aber selbst bei noch längerem Verweilen des nekrotisirten Theiles schon einen hohen Grad von Ausbildung erreicht.

Nach der vorherigen Eintheilung, nach dem Sitze des Brandes betrachte ich auch die Regeneration.

Regeneration bei oberflächlichem Brande an langen, platten und dicken Knochen.

So wie im Allgemeinen Necrosen und Regeneration dafür am häufigsten an langen, an Röhrenknochen, insbesondere am Schienbeine vorkommen, so kommt

auch die oberflächliche Necrose häufig an diesem Knochen vor. Doch beobachtete ich dieselbe auch öfters an platten, an Schädel- und anderen Knochen dieser Art. Am seltensten ist sie an kurzen, dicken Knochen. Chopart, Rudolphi und Kortum beobachteten dieselbe am Schulterblatte. Sehr vollständig hat die Beobachtungen über Necrosen nach ihrer Art und nach Verschiedenheit der Knochen Richter *) zusammengestellt.

Bei oberflächlicher Necrose entwickeln sich unter der abgestorbenen Knochenschicht aus der gesunden Knochenfläche Fleischwärzchen, durch fortschreitende Granulation wird die abgestorbene Knochenlamelle verdrängt. Nach Entfernung der nekrotischen Knochenlamelle verschmelzen die callusartigen Fleischwärzchen mit den benachbarten sie bedeckenden Weichgebilden, verwandeln sich allmählig in Knochensubstanz, deren mit den benachbarten Weichgebilden verwachsene Oberfläche eine faserige, der Beinhaut ähnliche Natur annimmt, und mit Blutgefäßen versehen wird, die sich auch in die neu erzeugte Knochensubstanz fortsetzen. Das Ansehen dieser oberflächlichen neuen Knochenbildung hat große Aehnlichkeit mit Narbenbildung an der Oberfläche von Wunden, die durch Vernarbung heilen.

Nach Abstossung von oberflächlichen narcotischen Theilen von kurzen spongiösen Knochen, ebenso gegen die spongiösen Gelenkenden hin von langen Knochen, ebenso gegen die spongiösen Gelenkenden hin von langen Knochen, bildet sich, wie nach Zerstörung an denselben durch Caries zum Ersatze fibröse Substanz, die mit den benachbarten Weichgebilden zusammenhängt, allmählig fester und härter wird.

*) In Walthers und Gräfe's Journal der Chirurg. B. VIII. Heft II.

Regeneration bei innerer Necrose.

Beim Absterben eines inneren Markhöhlen-Theiles an langen Knochen der inneren Röhre nach einer grösseren oder geringeren Ausdehnung, besteht eine erhöhte Bildungsthätigkeit in der äusseren gesunden Rindensubstanz und ihrer Beinhaut; sie werden blutreicher, gefälsreicher, weicher, schwammiger, aufgelockert, nehmen daher am Umfange beträchtlich zu, ihre Substanz wird von neuerzeugter Gallert durchdrungen. An dieser erhöhten Thätigkeit nehmen selbst die benachbarten Weichgebilde Theil, welche ebenfalls anschwellen und blutreicher werden. In der weicheren, gallertigen, blutreichen Rindensubstanz bilden sich die oben angegebenen Veränderungen, eine oder mehrere Oeffnungen, Cloaken, die zur Markhöhle zur inneren abgestorbenen Knochenröhre führen. Ist diese entfernt, so schreitet von der Rindensubstanz aus die Bildung von Knochen-substanz auch gegen die Markhöhle hin fort, und nachdem die innere Eiterung schon vor oder nach Entfernung des Sequesters aufgehört hat, wird die innere Knochenhöhle von der Rindensubstanz aus mit neuer Knochenmasse angefüllet. Die Anschwellung des Knochens und der Beinhaut, wie die der umgebenden Weichgebilde verliert sich allmählig, der Knochen kehret zu seiner natürlichen Form zurück, die Cloaken schliessen sich, und selbst die innere anfangs ungleichförmige, dichte, neu erzeugte Knochen-substanz gestaltet sich mehr oder weniger zu spongiösen Markgewebe, das mit den angränzenden gleichartigen Gewebe, der unverletzt erhaltenen Epiphysen in Continuität kömmt. Ich fand diesen Hergang der Regeneration bei innerer Necrose durch Betrachtung mehrerer Präparate der anatomischen Sammlung zu Würzburg bestätigt.

Die Dauer dieser Wiedererzeugung bei innerer Necrose ist viel länger, als bei äusserer. Sehr nachtheilig war in früheren Zeiten die Einspritzung von

Aetzmitteln, die Anwendung von glühenden Eisen in die Knochenhöhle, in welcher der Sequester seinen Sitz hatte, indem dadurch die innere Granulation, die Wiedererzeugung von Knochensubstanz im Inneren, deren Hergang der Erzeugung äusserer neuer Knochensubstanz ganz analog ist, sehr beeinträchtigt, und die wohlthätige Wirkung der Natur zerstöret wurde.

Unrichtig nahm zur Entstehung innerer Necrose Ruysch an, die Röhrenknochen bestünden, wie die Schädelknochen aus einer doppelten Tafel, und daß bei innerer Necrose die innere Tafel von der äussern sich trenne. Man darf nur die Ungleichheit von Sequestern bei inneren Necrosen an ihrer äusseren Oberfläche, die sich stellenweise viel dicker, höher an die äussere Rindensubstanz erhebt, betrachten, um sich von der Unrichtigkeit dieser Annahme zu überzeugen.

Le Brun *) nahm mit Unrecht an, daß zum Ersatz nekrotischer Knochensubstanz keine neue Knochenmasse erzeugt werde, sondern nur Anschwellung des übrigen Knochens und gleichsam Hypertrophie desselben die Lücke ausfülle.

Auch Weidman l. c. nahm an, daß nur Anschwellung des übrig gebliebenen gesunden Knochen-theiles Ersatz leiste.

Dieselbe Behauptung stellte Richerand **) auf.

Die Annahme einer solchen Hypertrophie ist doch nicht viel weniger als die Annahme neu erzeugter Knochensubstanz, denn sie besteht in einem wahren Wachstume des Knochens selbst, welche ohne Erzeugung von neuer wahrer Knochensubstanz nicht denkbar ist. In vielen Fällen mag wohl diese hinreichen, die Knochenhöhle auszufüllen. Allein nach vielen Beobachtungen

*) Histoire de la société royal de Medicine. Paris 1781.

**) Nosographie chirurg. T. III.

und Versuchen ist auch Bildung neuer Knochensubstanz durch Granulation von der inneren Oberfläche der gesund gebliebenen Rindensubstanz unverkennbar.

Meding *) sah nach Zerstörung der Markhöhle an Hühnern und Katzen, und nach innerer Necrose die Markhöhle von neuem Knochengewebe ausgefüllt.

Gleiche Beobachtung machte Kortum **).

An breiten und dicken Knochen gehört innere Necrose zu den seltensten Fällen. Bei dem von mir beobachteten weiter oben angeführten Falle am Fersenbeine war die innere Knochenhöhle größtentheils schon durch Fasergewebe ausgefüllt.

In dem von Weidmann angeführten Falle einer inneren Necrose am Darmbeine war der Sequester ohne Eiterung und ohne Bildung einer Cloake, wie eingekapselt, wahrscheinlich von Fasergewebe umgeben, was jedoch Weidmann nicht deutlich angibt.

Regeneratiion bei gänzlicher Necrose.

An langen Knochen geht die Regeneration eines längeren oder kürzeren Theiles des Mittelstückes entweder von der Beinhaut oder den benachbarten Weichgebilden, oder von den Gränzen der gesunden Enden, oder von den Epiphysen oder von mehreren dieser Theile zugleich aus.

Die Beinhaut, so weit solche nach Absterben eines Knochens noch übrig geblieben ist, oder von der Gränze des abgestorbenen Theiles her, kann wohl zur Wiedererzeugung neuer Knochensubstanz beitragen. Doch kann sie nicht als das einzige und vorzügliche Mittel zur Wiedererzeugung der neuen Knochenröhre, an die Stelle

*) De regeneratione ossium experimenta illustrata cum Tab. aen. Lipsiae 1828.

**) Dissert. inaugural. proponens experimenta circa regenerationem ossium. Berolini 1824. C. tab. aen.

der abgestorbenen betrachtet werden. Denn ist die Beinhaut mit abgestorben, wie dies bei gänzlicher Necrose an langen Knochen häufig der Fall ist, so konnte da keine Wiedererzeugung von ihr aus Statt finden, was der Erfahrung widerspricht. Einseitig ist die Meinung der Schriftsteller, welche die Erzeugung des neuen Knochenstückes nur von der Beinhaut ableiten wollten.

Ein vorzüglicher Vertheidiger der Erzeugung der neuen Knochensubstanz von der Beinhaut aus war Troja*) und lange nach ihm galt seine Meinung als Grundsatz.

Nach Zerstörung des Knochenmarks an Tauben und Hunden vorzüglich am Schienbeine beobachtete er nach Absterben der Knochen das Periost verdickt und gallertige Substanz in das Parenchym derselben abgesetzt, welches zugleich gefälsreicher war. Schon am 3ten Tage wollte er die anfangende Verknöcherung dieser Masse beobachtet haben, welche bis zum 10ten Tage schon einen hohen Grad von Vollkommenheit erreichte. Das neu erzeugte Mittelstück leitete er so von der Beinhaut ab. Er fand dasselbe innerlich mit einer feinen Haut überzogen, und mit den angränzenden erhaltenen Epiphysen verschmolzen. Nach diesen und anderen ähnlichen Versuchen nahm Troja an, daß zwischen die beiden Blätter der Beinhaut eine gallertige Flüssigkeit ergossen werde, welche sich verknöcherte, und daß die den Knochen innerlich auskleidende Membran den abgestorbenen Knochen wie eine Kapsel auskleide,

Es ist ungewiß ob bei solchen Versuchen gänzliche Necrose vorhanden war; es stirbt bei solcher auch die Beinhaut gewöhnlich ganz oder größtentheils ab.

*) De novorum ossium in integris ob morbos deperditionibus regeneratione experimenta. Paris 1775. Ins Deutsche übersetzt von Kuhn. Straßburg 1780.

Auch David *) leitete die Entstehung des neuen Knochens von der Beinhaut ab. Durch Absonderung einer eiterartigen Flüssigkeit von der entzündeten Beinhaut, die sich zwischen ihr und dem Knochen ansammelte, nahm er die Trennung der Beinhaut vom Knochen an, und suchte die Entstehung der neuen Knochenröhre in der vom Gallert durchdrungenen angeschwollenen, dicker und allmählig fester werdenden Beinhaut.

Auch Weidmann l. c. stellte unrichtig die Behauptung auf, daß die Beinhaut zur Wiedererzeugung des neuen Knochens nothwendig sey.

Oefters kann wohl die Beinhaut zur Wiedererzeugung neuer Knochenmasse beitragen, wo sie vor und während des gänzlichen Absterbens von Knochen sich mehr oder weniger in Verbindung mit den benachbarten Weichgebilden erhielt, und zur Absonderung von Gallert und Bildung des neuen Knochens beitrug.

Auch von den benachbarten Weichgebilden des abgestorbenen Knochens kann die Entstehung neuer Knochenmasse ausgehen. Dieß beweisen Versuche und Beobachtungen.

Schon zur Erhaltung des Knochens nach Zerstörung seiner Beinhaut können benachbarte Weichgebilde beitragen. Cruveilhier **) nahm bei Kaninchen an größeren Stellen von Knochen die Beinhaut hinweg, und die Knochen blieben durch Vereinigung mit den benachbarten Weichgebilden gesund.

Meding l. c. beobachtete nach Zerstörung des Periosts und Wiedervereinigung der benachbarten Weichgebilde mit dem von der Beinhaut entblößten Kno-

*) Observations sur une maladie des os connue sous le nom de Necrose. Paris 1782.

**) Essai sur l'anatomie pathologique. Paris 1816.

chen, schon nach 24 Stunden Vereinigung von beiden, und die Knochen in ihrer Integrität erhalten.

Die Wiedervereinigung geschah durch Absonderung gerinnbarer Lymphe von den Blutgefäßen der benachbarten Weichgebilde.

Nach andern Versuchen brachte er zwischen den seiner Beinhaut beraubten Knochen und die benachbarten Weichgebilde einen Leinwandstreif, und vereinigte die Wunde. Er fand nach 14 Tagen auch die Leinwandfläche, die den Weichgebilden zu gekehrt war, mit einer knorpelartigen Substanz bedeckt, die nur von diesen her entstanden seyn konnte. Er zerstörte das Mark und Periost von Knochen zugleich, und nach Absterben des Knochen in seiner ganzen Dicke erzeugte sich neues Knochengewebe, welches mit den nächsten Muskeln ihrem Faser und Zellgewebe in Verbindung stand, und von sehr ungleichförmiger Gestalt war. Gleiche Beweise durch Versuche über Wiedererzeugung neuer Knochensubstanz von benachbarten Weichgebilden aus, liefert Kortum l. c.

Durch eine erhöhte Thätigkeit der benachbarten Weichgebilde entsteht nach vorheriger Entzündung derselben Eiterung, die früher oder später sich in eine mehr gallertige Secretion umwandelt, wodurch der absterbende Knochen mit Gallert umgeben wird, die sich allmählig in Knochensubstanz umwandelt, welche zuletzt den Sequester als Knochenscheide einschließt. Es ist nach solchen Versuchen und Beobachtungen gewiß, daß auch die Thätigkeit benachbarter Weichgebilde zur Erzeugung neuer Knochensubstanz, nach gänzlicher Necrose, beitragen kann, und zwar um so mehr, je gefäßreicher solche Weichgebilde sind, und je weniger sie aus Sehnen- und Fasergewebe bestehen.

Auch von den Epiphysen her, oder, wenn die Necrose sich nicht so weit bis an Epiphysen erstreckt, von der Gränze des gesund gebliebenen Theiles des

Mittelstückes her, bildet sich auf die gewöhnliche Weise neue Knochensubstanz. Diese kann um so mehr von den Gelenkenden ausgehen, da sie bei totalem Brande im Mittelstück meistens in gutem Zustande bleiben, und gefälsreicher als die Mittelstücke sind, und gewöhnlich stärkere eigene Gelenkarterien erhalten. Der Bildungstoff der von den Gelenkenden her entsteht, vereinigt endlich für sich die getrennten Enden, zwischen welchen das Mittelstück abgestorben ist, oder verschmilzt mit dem Bildungstoffe, der im Umfange des abgestorbenen Knochenstücks aus den Beinhautresten oder den benachbarten Weichgebilden erzeugt wurde. So ersetzt sich auch nach Resection das hinweggenommene Knochenstück von den zurückgebliebenen Knochenenden her, wenn solche nicht unmittelbar mit einander vereinigt werden und verschmelzen öfters.

Auch Ludwig *) läßt schon bei totaler Necrose mit Zerstörung der Beinhaut die neu erzeugte Knochensubstanz von den Epiphysen ausgehen und allmählig zur Vereinigung kommen.

Die von Beinhaut, oder von den Epiphysen oder von den umgebenden Weichgebilden, oder von mehreren dieser Theile zugleich neu erzeugte Knochensubstanz, die das abgestorbene Mittelstück, wie eine Scheide umgibt, ist anfangs dünne, ungleichförmig, nimmt allmählig an Umfang und Stärke zu, erhält äusserlich einen fibrösen, beinhautartigen Ueberzug, ist bald dichter bald spongiöser, als der abgestorbene Knochen, ersetzt diesen nach seiner Entfernung und seine innere Höhle füllet sich, wie die äussere Knochenrinde bei Necrosis centralis, aus. Bei kurzen dicken Knochen kann nur ein oder der andere kleinere gänzlich abgestorbene Theil durch an seiner Stelle von der Beinhaut benachbarter Knochen oder von Weichtheilen her erzeugtes zelliges und fasriges Gewebe ersetzt werden.

Von platten und unter diesen von den Schädelknochen gilt auch hier, was ich schon oben über den Wiederersatz solcher Knochen nach Substanzverlust sagte.

*) *Adversaria medico practica*. Vol. III. P. I. Lips. 1772.

Eller, Andreas

Über Wiedererzeugung neuer Knochensubstanz nach Wunden, Brüchen, Beinfraß
und Brand an den Knochen Inaugural-Abhandlung

Würzburg 1832

Diss. 2024,22

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10847833-5